



TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

ELINA VIRO
PROJEKTIOPPIMINEN PERUSOPETUKSEN VUOSILUOK-
KIEN 7–9 MATEMATIIKAN OPETUKSESSA

Diplomityö

Tarkastaja: Sirkka-Liisa Eriksson
Tarkastaja ja aihe hyväksytty
Luonnontieteiden tiedekuntaneuvoston
kokouksessa 05.11.2014

TIIVISTELMÄ

TAMPEREEN TEKNILLINEN YLIOPISTO

Teknis-luonnontieteellinen koulutusohjelma

ELINA VIRO: Projektioppiminen perusopetuksen vuosiluokkien 7–9 matematiikan opetuksessa

Diplomityö, 93 sivua, 30 liitesivua

Tammikuu 2015

Pääaine: Matematiikka

Tarkastajat: Professori Sirkka-Liisa Eriksson

Avainsanat: projektioppiminen, matematiikan opetus, matematiikan oppiminen

Nykykäsitysten mukaan matematiikka on dynaaminen oppiaine, jonka opiskelu voi olla hauskaa ja mielenkiintoista. Nykyaikaiseen matematiikan opetukseen kuuluvat muun muassa ongelmanratkaisu, tutkimustehtävät ja yhteistoiminnallisuus. Uuden, vuoden 2016 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteluonnokset korostavat matematiikan hyödyntämistä arkielämässä, yhteistyötaitoja ja ongelmien mallintamista matemaattisesti. Vastauksena opetuksen uusiin vaatimuksiin projektioppiminen on tulossa osaksi nykyaikaista matematiikan opetusta. Suomessa projektioppimista on sovellettu erityisesti ammattikorkeakouluihin, mutta tietoa projektioppimisen soveltamisesta peruskouluun ei juurikaan ole. Tämän vuoksi tässä diplomityössä paneuduttiin projektioppimisen soveltamiseen perusopetuksen vuosiluokkien 7-9 matematiikan opetukseen sekä kirjallisuusselvityksen että konkreettisten projektien luomisen muodossa. Luodut projektit jakautuivat toiminnallisiin projekteihin ja yritys yhteistyöprojekteihin.

Perinteiseen opetukseen verrattuna projektioppimisessa on useita positiivisia näkökohtia. Projektioppiminen kehittää sisällön hallinnan lisäksi tiettyjä työelämässä tarvittavia taitoja, kuten muun muassa ongelmanratkaisukykyä, ryhmätyö- ja vuorovaikutustaitoja, pitkäjänteisyyttä, tietoteknisiä taitoja ja esiintymiskykyä. Projektioppimisen lähtökohta on ympäröivässä maailmassa: oppilaiden arjessa ja tulevaisuudessa työelämässä. Projektioppimisen kautta oppilaat ymmärtävät, että matematiikkaa tarvitaan oikeassakin elämässä, mikä tutkimusten vaikuttaa positiivisesti oppilaiden opiskelumotivaatioon. Projektioppiminen luo puitteita myös eriyttämiseen.

Toisaalta projektioppiminen aiheuttaa myös tiettyjä ongelmia perinteiseen opetukseen verrattuna. Suurimpia haasteita ovat riittämätön aika, projekteista aiheutuvat kulut ja opettajien vastahakoisuus uusia opetusmenetelmiä kohtaan. Opettajat tarvitsevat tukea uusien menetelmien käyttöönottoon ja tieto- ja oppimiskäytäntönsä muutosprosessiin. Lisäksi projektioppimisen arviointi on usein perinteisen opetuksen arviointia vaativampaa.

Sovellettaessa projektioppimista matematiikkaan on haastavaa löytää riittävän vaativia, projektien pohjaksi soveltuvia ongelmia tiettyihin matematiikan osa-alueisiin liittyen. Aidot matemaattiset ongelmat ja mallinnustehtävät vaativat työkaluja useilta matematiikan osa-alueilta, mikä hankaloittaa projektien sijoittamista opetukseen. Systemaattinen, oppiaineen rakenteen mukainen eteneminen on vaikeaa. Toisaalta matematiikka näyttäytyy näin aidommassa kontekstissaan. Mikäli projekteja toteutetaan yritys yhteistyössä, haasteena on saada yritykset mukaan projekteihin. Yritysten mukanaolo tuo kuitenkin työelämälähtöisyyttä.

ABSTRACT

TAMPERE UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Master's Degree Programme in Science and Engineering

ELINA VIRO: Project-based learning in Mathematics in grades 7 through 9

Master of Science Thesis, 93 pages, 30 Appendix pages

January 2015

Major: Mathematics

Examiner: Professor Sirkka-Liisa Eriksson

Keywords: Project-based learning, mathematics teaching, mathematics learning

Current general opinion is that mathematics is a dynamic subject that can be fun and interesting to learn. For example problem solving, research and cooperation are parts of modern mathematics teaching. The drafts of the new curriculum for the year 2016 highlight the purposes of using math in everyday life, co-working abilities and modeling problems in mathematical ways. As a response to new demands for teaching, project-based learning is becoming a part of modern teaching of mathematics. In Finland, project-based learning has been applied especially in the universities of applied sciences, but the knowledge of applying project-based learning in primary schools doesn't really exist. For this reason, this Master's thesis focuses on applying project-based learning in teaching mathematics in primary school from 7th to 9th grade in a form of a literature review and concrete projects. The created projects were divided to functional projects and enterprise collaborations.

As a contrast to the traditional ways of teaching, project-based learning has multiple positive aspects. Project-based learning develops skills that you need in working life, such as problem-solving, teamwork and interaction skills, IT skills and showmanship, as well as assimilating the content of the subject. The starting point of the project-based learning is the surrounding world: everyday life of the students and the upcoming working life. With project-based learning students understand that mathematics is also needed in real life which will positively affect their studying motivation. Project-based learning also enables differentiation.

On the other hand, project-based learning also creates some problems compared to traditional teaching. The biggest challenges are that there is not enough time, projects cause big expenses, and the teachers' reluctance towards new teaching methods. Teachers need support for introducing new teaching methods and changing their impression of knowledge and learning. In addition, evaluation of project-based learning is usually harder than evaluation of traditional teaching methods.

When applying project-based learning in mathematics, it is challenging to find enough demanding problems fit for a base of a project in a certain mathematical section. Real mathematical problems and modeling require tools from several mathematical sections which makes it difficult to fit the project in teaching. On the other hand, this is how mathematics appears in its most authentic form. If the projects are implemented as business co-operation, it is challenging to get the companies to take part in the projects. However, companies that take part create work based learning.

ALKUSANAT

Tämä työ on tehty Tampereen teknillisen yliopiston matematiikan laitoksella. Olen kiitollinen matematiikan laitokselle matematiikan ja kasvatustieteiden poikkitieteellisestä diplomityöpaikasta. Poikkitieteellinen diplomityö mahdollisti kahden minulle tärkeän tieteenalan yhdistämisen ja tukee samalla opettajan uralle suuntaamistani.

Haluan kiittää työni ohjauksesta ja tarkastamisesta professori Sirkka-Liisa Eriksonia. Suuret kiitokset kuuluvat myös työtovereilleni mieltä avartavista keskusteluista. Erityisesti haluan kiittää työkaveriani Juusoa hyvistä ideoista ja kannustuksesta, ystävääni Jennyä avusta yritysten kontaktoinnissa sekä muita ystäviäni ja perhettäni tuesta kirjoitusprosessin aikana.

Kiitokset kuuluvat lisäksi kaikille yhteistyöyrityksille, jotka mahdollistivat diplomityöni valmistumisen. Ilman heitä diplomityöni olisi jäänyt huomattavasti pinta-puolisemmaksi.

Tampereella 17.12.2014

Elina Viro

SISÄLLYS

1. Johdanto	1
2. Projektioppiminen	3
2.1 Taustalla olevat oppimisnäkemykset	5
2.1.1 Kognitiivinen oppimisen teoria	6
2.1.2 Konstruktivismi	7
2.1.3 Muita projektioppimisen rakennuspalikoita	9
2.2 Historiaa	11
2.3 Tehdyt tutkimukset	13
2.3.1 Projektioppimisen tutkimus- ja kehitystoiminta ulkomailla	14
2.3.2 Projektioppimisen tutkimus Suomessa	15
2.4 Projektioppimisen malli	16
2.5 Opettajan rooli	21
2.6 Arviointi	24
2.7 Edut	26
2.8 Haasteet	27
2.9 Projektioppiminen matematiikassa	29
2.10 Eriyttäminen projektioppimisena	32
3. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet matematiikassa projektioppimisen näkökulmasta	35
3.1 Opetussuunnitelman perusteet ja opetussuunnitelma yleisesti	35
3.2 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet	37
3.2.1 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004	38
3.2.2 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2016	42
3.2.3 Yhteenveto Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden 2004 ja 2016 luomista puitteista projektioppimiseen matematiikassa	46
4. Toiminnallisia projekteja vuosiluokkien 7–9 matematiikan opetukseen	48
4.1 Salaviestit-projekti	48
4.1.1 Matemaattinen tausta	48
4.1.2 Projektin kuvaus	50
4.1.3 Pohjautuminen opetussuunnitelman perusteisiin	51
4.1.4 Projektin edut ja ongelmakohdat	51
4.2 Tietyn budjetin unelmaloma -projekti	52
4.2.1 Projektin kuvaus	52
4.2.2 Pohjautuminen opetussuunnitelman perusteisiin	53
4.2.3 Projektin edut ja ongelmakohdat	54
4.3 Aurinkokunta-projekti	54
4.3.1 Matemaattinen tausta	55

4.3.2	Projektin kuvaus	58
4.3.3	Pohjautuminen opetussuunnitelman perusteisiin	59
4.3.4	Projektin edut ja ongelmakohdat	60
4.4	Arjen tilastolaskentaa -projekti	60
4.4.1	Matemaattinen tausta	60
4.4.2	Projektin kuvaus	64
4.4.3	Pohjautuminen opetussuunnitelman perusteisiin	66
4.4.4	Projektin edut ja ongelmakohdat	66
4.5	Projektien soveltuminen projektioppimiseen	67
5.	Yritysyhteistyöprojekteja vuosiluokkien 7–9 matematiikan opetukseen . . .	69
5.1	Aiemmin toteutettuja projekteja	69
5.2	Pientä pintaremonttia -projekti	70
5.2.1	Matemaattinen tausta	71
5.2.2	Rautia Toikkonen, Ylöjärvi	72
5.2.3	Projektin kuvaus	72
5.2.4	Pohjautuminen opetussuunnitelman perusteisiin	74
5.2.5	Projektin edut ja ongelmakohdat	74
5.3	Painotalon matematiikka tutuksi -projekti	75
5.3.1	UPC	75
5.3.2	Projektin kuvaus	75
5.3.3	Pohjautuminen opetussuunnitelman perusteisiin	76
5.3.4	Projektin edut ja ongelmakohdat	77
5.4	Käyttäjätutkimus -projekti	78
5.4.1	Projektin kuvaus	78
5.4.2	Pohjautuminen opetussuunnitelman perusteisiin	79
5.4.3	Projektin edut ja ongelmakohdat	80
5.4.4	Projektien soveltuminen projektioppimiseen	81
6.	Yhteenveto ja pohdintaa projektioppimisen eduista ja ongelmista matema- tiikan opetuksessa	83
	Lähteet	87
A.	Tehtyjen projektitutkimusten tutkimuskohde ja tulokset	94
B.	Projektityöohjeita	99
B.1	Salaviestit -projekti	99
B.2	Tietyn budjetin unelmaloma -projekti	102
B.3	Aurinkokunta-projekti	104
B.4	Arjen tilastolaskentaa -projekti	106
B.5	Pientä pintaremonttia -projekti	109
B.6	Painotalon matematiikka tutuksi -projekti	113
B.7	Käyttäjätutkimus	121

1. JOHDANTO

Kasvatustieteellisessä kirjallisuudessa [71; 79] on runsaasti argumentteja kognitiivisten, konstruktivistien ja nykyään erityisesti sosiaaliseen konstruktivismiin ja sosiokulttuuriseen näkökulmaan perustuvien oppimisnäkemysten paremmuudesta perinteisiin, behavioristisiin näkemyksiin verrattuna. Kuitenkin tutkimusten [30; 69] mukaan kouluopetus noudattaa edelleen usein behaviorismin periaatteita.

Koulujen käytänteet opetuksen suhteen muuttuvat varsin hitaasti. Monet matematiikanopettajat ja oppilaat pitävät matematiikkaa eksaktina ja täysin objektiivisena tietotorakenteena positivistisen tieteenfilosofian mukaisesti. Tämän käsityksen vuoksi matematiikan oppiminen nähdään opettajalta oppilaille siirtyvänä ymmärryksenä. [5, s. 29] Uskomusten lisäksi muutosta kahlitsevat koulumaailman tiukka aikataulusidonnaisuus, opetussuunnitelma ja opettajien rajallinen kyky oppia uutta [69, s. 189–204].

Nykykäsitysten mukaan matematiikka on kuitenkin aktiivinen ja dynaaminen oppiaine, jonka opiskelu voi olla mielenkiintoista ja hauskaa. Ongelmanratkaisu, käytännölliset tutkimustehtävät ja yhteistoiminnallisuus ovat osa nykyaikaista matematiikan opetusta. [5] Perusopetuksen opetussuunnitelman 2016 perusteiden luonnokset korostavat matematiikassa muun muassa matematiikan hyödyntämistä arkielämässä, ongelmien matemaattisen mallintamisen kehittämistä ja yhteistyötaitoja. Projekti-, ongelma- ja suunnittelupohjaiset tutkimukset on erikseen mainittu luonnoksissa. [51, s. 1,4]

Vastauksena uusiin oppimisnäkemysiin on kognitivismiin ja sosiaaliseen konstruktivismiin pohjautuva projektioppiminen tullut osaksi opetusta eri kouluasteilla. Projektioppimista on sovellettu koulumaailmaan ulkomaille laajemminkin [9; 15], mutta Suomessa kyseistä oppimissuuntausta on hyödynnetty lähinnä ammattikorkeakoulutasolla [63; 80]. Termille projektioppiminen on lukuisia, toistensa kanssa jopa hiukan ristiriitaisiakin määritelmiä. Yleensä projektioppimisella tarkoitetaan kuitenkin ryhmäpohjaista opetusmenetelmää, jossa keskiössä on aina jokin työkokonaisuus, projekti. [13, s. 202–203]

Tässä diplomityössä paneudutaan kirjallisuuden avulla projektioppimisen käsitteeseen, projektioppimisen historiallisiin ja oppimisteoreettisiin lähtökohtiin, opettajan rooliin projektioppimisessa sekä projektioppimisen hyötyihin ja ongelmiin perinteiseen opetukseen verrattuna. Lisäksi tutustutaan perusopetuksen vuosiluokkien

6–9 opetussuunnitelman perusteisiin projektioppimisen kannalta. Pääpaino on opetussuunnitelman matematiikan osuudessa. Koska uusi perusopetuksen opetussuunnitelma on juuri tekeillä, työssä tarkastellaan sekä tällä hetkellä voimassa olevan, vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteita [50] sekä tulevan, vuoden 2016 opetussuunnitelman perusteiden luonnoksia [51]. Vuoden 2004 opetussuunnitelmassa on myös alaotsikko eheyttävät aihekokonaisuudet, joka sisältyy tarkasteluun matematiikan osuuden ohella. Vuoden 2016 perusteluonnoksista tarkastellaan matematiikan lisäksi laaja-alaisen osaamisen kokonaisuutta. Kirjallisuusselvitys tapahtuu kasvatustieteelliseen kirjallisuuteen, valmiina oleviin tutkimuksiin ja materiaaleihin sekä opetussuunnitelman perusteisiin perehtymällä.

Diplomityössä sovelletaan myös konkreettisesti projektioppimisen periaatteita yläkoulun matematiikan opetukseen. Projektioppimista sisällytetään opetussuunnitelman mukaiseen, kaikille pakolliseen matematiikan opetukseen.

Tutkimuskysymykset voidaan muotoilla seuraavasti:

- *Mitä etuja ja ongelmia projektioppimisessa on verrattuna perinteiseen yläkoulun matematiikan opetukseen?*
- *Millaiset mahdollisuudet opetussuunnitelman perusteet antaa projektioppimiseen?*
- *Miten projektioppimisen periaatteita voidaan konkreettisesti soveltaa yläkoulun matematiikan opetuksessa?*

Kaikki diplomityössä esitetyt kuvat pohjautuvat kuvateksteissä mainittuihin lähteisiin. Kuvat eivät kuitenkaan vastaa alkuperäisten lähteiden kuvia, vaan niitä on muokattu työhön sopivammiksi asiasisältö säilyttäen.

2. PROJEKTIOPPIMINEN

Projektioppimiseen liittyvä terminologia on erittäin epäyhtenäistä. Kirjallisuudessa [58, s. 260] puhutaan yleisesti projektiopiskelusta (project study), projektityöskentelystä (project work), projekteihin perustuvasta oppimisesta tai projektipohjaisesta oppimisesta (project-based learning) sekä projektimetodista (project method) projektioppimisen (project-based learning) synonyymeinä. Kuitenkin esimerkiksi Hirsjärvi¹ [20, s. 152] erottaa projektiopiskelun ja projektimetodin käsitteet toisistaan.

Hirsjärvi määrittelee projektimetodin ”yhdysvaltalaisen William H. Kilpatrickin (1871–1963) kehittämäksi progressiiviseksi opetusmenetelmäksi, joka muodostuu oppilaiden ja opettajan yhteistoimin suunnittelemista työkokonaisuuksista eli projekteista”. Perusajatuksina projektimetodissa ovat Hirsjärven mielestä oppilaan suuri rooli tavoitteiden asettamisessa ja tulosten arvioinnissa sekä opetuksen sivutuotteiden, kuten esimerkiksi ryhmätyöskentelytaitojen, huomioiminen opetuksen suunnittelussa. [20, s. 152]

Projektiopiskelu puolestaan tarkoittaa Hirsjärven mukaan ”itsenäistä ja/tai ryhmittäistä työskentelyä esim. jonkin tehtäväalueen informaatiokokonaisuuden tai yhteiskunnassa esiintyvän ongelman ratkaisemiseksi sekä yhteiskunnallisen kokemuksen tai käytännön harjaantumisen hankkimiseksi”. Projektiopiskelun kautta ainekeskeinen didaktiikka pyritään korvaamaan ongelmakeskeisellä lähestymistavalla. Ongelmat eivät kosketa yksittäisiä oppiaineita vaan käytännön kenttää. Projektiopiskelu eroaa kuitenkin ongelmakeskeisestä opiskelusta siinä, että ongelmankäsittelyn tavoitteena on päästä ehdotukseen kyseisen ongelman ratkaisemisesta. [20, s. 152]

Blumenfeldin ym.² mukaan termi projektioppiminen tarkoittaa suhteellisen pitkäkestoista, mielekkäiden ongelmien ympärille keskittynyttä prosessia, joka yhdistää tiedon- ja tieteenalojen käsitteitä ja käsityksiä. Projektioppimisen tavoitteena

¹Kasvatustieteen tohtori Sirkka Hirsjärvi työskenteli teoksen Kasvatustieteen käsitteistö toimintushetkellä kasvatustieteen opettajana ja kasvatustieteen dosenttina Jyväskylän yliopistossa.

²Nykyinen emeritaprofessori Phyllis Blumenfeld on työskennellyt Michiganin yliopistossa kasvatustieteen professorina. Filosofian tohtori Elliot Soloway työskentelee professorina Michiganin yliopiston kasvatustieteiden yksikössä. Filosofian tohtori Ronald W. Marx työskentelee opettajan koulutuslaitoksella Arizonan yliopistossa. Nykyinen emeritusprofessori, filosofian tohtori Joseph Krajcik työskenteli kasvatustieteiden yksikössä Michiganin yliopistossa. Filosofian tohtori Mark Guzdial työskentelee professorina Georgian teknillisessä korkeakoulussa koulutuksen ja tietojenkäsittelytieteen parissa. Filosofian tohtori Annemarie Sullivan Palincsar työskentelee Michiganin yliopiston kasvatustieteen yksikössä koulutuksen professorina.

on, että oppilaat pystyvät ratkaisemaan mahdollisimman todentuntuksia ongelmia jalostamalla ongelmanasettelujaan, keskustelemalla ideoistaan, tekemällä ennusteita, suunnittelemalla koejärjestelyjä, keräämällä ja analysoimalla dataa, tekemällä johtopäätöksiä, esittelemällä ideoitaan ja johtopäätöksiään muille sekä keksimällä uusia kysymyksiä ja ongelmia. Yleensä projektioppimisessa oppilaan tulee organisoida omaa työskentelyään ja valmistaa jonkinlainen tuotos yhteistyössä muiden oppilaiden kanssa. Tärkeässä osassa projektioppimisessa on myös tarvittavien resursien hankkiminen, riittävä ohjaus ja arviointi. [6, s. 371]

Projektioppimista pidetään ryhmäpohjaisena ja sosiaalista vuorovaikutusta edistävänä työskentelymuotona. Muita teoriapohjaltaan samantyyllisiä oppimismenetelmiä ovat muun muassa yhteistoiminnallinen oppiminen, kokemuksellinen oppiminen, kontekstuaalinen oppiminen, ongelmalähtöinen oppiminen ja kollaboratiivinen oppiminen. Kaikki nämä opettajajohtoisen opetuksen vähentämiseen pyrkivät opetusmuodot korostavat oppimista oppilaan omakohtaisena, aktiivisena toimintona ja jatkuvana merkitysten ja käsitysten rakentajana. Oppilaan tietämys rakentuu sosiaalisessa vuorovaikutuksessa tietyssä yhteisöllisessä kontekstissa. [13, s. 202–203] Itseohjautuvuus korostuu erityisesti projektioppimisessa [80, s. 22].

Yksiselitteistä ja selkeää määritelmää projektioppimiselle ei siis ole. Käsitettä määritellään niin oppilaan ja opettajan toiminnan kautta, projektioppimisen piirteitä luonnehtien kuin työskentelyvaiheiden ja saavutustenkin kautta. Yleensä projektioppimiseen liitetään kuitenkin seuraavat ominaisuudet: toiminnallisuus, ongelma-keskeisyys, tulosvastuullisuus, yhteistoiminnallisuus ja suunnitelmallisuus [60, s. 2–3].

Edellä mainituissa projektioppimisen määritelmissä korostuvat oppilaan suuri rooli niin projektin suunnittelussa kuin arvioinnissakin. Teoreettisia tietoja yhdistetään käytännön elämään oppiainerajoja ylittäen. Projektioppimisessa arvostetaan opetettavan oppiaineen oppiaineen hallinnan lisäksi myös tiettyjä työelämän ja arjen kannalta hyödyllisiä taitoja, kuten sosiaalisia taitoja ja tiedonhankintataitoja. Keskiössä projektioppimisessa on aina jokin työkokonaisuus, projekti.

Projektit käsitetään yleensä autenttisiksi eli oppilaiden todellisesta elämästä nouseviksi oppimistehtäviksi, joissa oppilaat työskentelevät yhteistoiminnallisesti. Oppilaat esittelevät usein aikaansaannoksensa projektin lopuksi muille. McGrathin tutkimuksen mukaan projektioppimista kuvaillaan seuraavin termein: konstruktivistinen, yhteistoiminnallinen, oppilastutkimusten ohjaama, syvällistä ymmärrystä tavoitteleva, monitieteellinen ja tosielämän kontekstiin sijoittuva. [42, s. 42]

Tässä diplomityössä käytetään termiä projektioppiminen. Kyseinen termi liitetään yleensä synonyymejään enemmän yleisiin opetuksen organisointimuotoihin eikä pelkkään oppimisprosessiin [13, s. 202–203]. Samoin tässä työssä käytetään oppijasta termiä oppilas viitattaessa peruskoululaiseen ja opiskelija, kun oppija opiskelee

toisen tai sitä korkeamman asteen oppilaitoksessa.

2.1 Taustalla olevat oppimisnäkemykset

Oppimisnäkemyks tai toiselta nimeltään oppimisen teoria (learning theory) on tieteellinen teoria, jolla selitetään oppimista ja joka pohjautuu tieteelliseen tutkimukseen. Oppimisnäkemyks sisältää tietoa, tiedonrakentumista, ihmistä ja ihmiskäsitystä koskevia teoreettisia oletuksia. Oppimisnäkemyksiä ovat muun muassa behaviorismi, kognitivismi, humanismi ja konstruktivismi. Oppimiskäsitys (conception of learning) puolestaan on yksilön henkilökohtainen käsitys siitä, mitä oppiminen on. [39, s. 194]

Oppimistutkimuksessa aiemmin vallalla ollut oppimisnäkemyks kutsutaan behaviorismiksi. Vaikka behavioristinen näkemyks oppimisesta onkin menettänyt suuresti suosiotaan modernimpien näkemysten suosion kasvaessa, kasvatustieteissä näkemyks on edelleen sitkeästi voimissaan. Kyseinen oppimisen malli nivoutuu tiukasti vanhaan didaktisen opettamisen perinteeseen. [64, s. 148–149] Kun tässä diplomityössä viitataan perinteiseen opetukseen, tarkoitetaan juuri behaviorismille tyypillisiä opetuksen muotoja.

Behavioristinen oppimisteoria perustuu 1800-luvun lopun empiristiseen ja objektiiviseen suuntaukseen, joka sovelsi käyttäytymistieteisiin luonnontieteiden tutkimusmenetelmiä [39, s. 195]. Behaviorismi korostaa mielen ja ympäröivän maailman erillisyyttä. Tutkimuksessa keskitytään vain silmillä havaittavaan ulkoiseen käyttäytymiseen, sillä ihmismielen prosesseista behavioristien mukaan ei voida saada objektiivista tietoa. Täten oppiminen käsitetäänkin ulkoisesti säädeltäväksi käyttäytymisen muuttumiseksi. Oletuksena on, että tavoitteena oleva reaktio (R) vakiintuu pysyväksi käyttäytymiseksi, kun se yhdistetään ympäristöstä tulevaan ärsykkeeseen (S). Käyttäytymistä muutetaan toivottuun suuntaa vahvistamisen, esimerkiksi palkion tai rangaistuksen, avulla. Behavioristisessa näkemyksessä ajatellaan oppimisen etenevän hierarkkisesti pienten ja alkeellisten yksityiskohtien harjoittelusta monimutkaisten kokonaisuuksien hallintaan. Behaviorismin mukaiselle opetukselle onkin tunnusomaista korostaa tarkkoja käyttäytymistavoitteita, oppimateriaalin jakamista pieniksi osakokonaisuuksiksi, suotavan käyttäytymisen vahvistamista, vaihe vaiheelta etenemistä ja tulosten tarkkaa arvioimista. [77, s. 29–30]

Projektioppimisen teoreettista taustaa on perusteltu useista eri näkökulmista. Useimmissa perusteluissa projektioppiminen liitetään sosiaaliseen konstruktivismiin ja kognitiivisiin oppimisnäkemyksiin. Tämän vuoksi tässä kappaleessa keskitytään laajemmin edellä mainittuihin oppimisnäkemyksiin. [80, s. 22]

2.1.1 Kognitiivinen oppimisen teoria

Kognitiivisten oppimisnäkemysten juuret ovat 1920-luvun hahmopsykologiassa, jonka isänä voitaneen pitää saksalaista Max Werheimeriä (1880–1943) [35, s. 80]. Hahmopsykologian keskeistä antia on se, että havainnot organisoituvat hahmoiksi, kokonaisuuksiksi, tiettyjen ihmisille lajityypillisten sääntöjen, hahmolakien, mukaan. Hahmopsykologian mukaan kokonaisuus on siis enemmän kuin osiensa summa eikä kokonaisuutta voida hajottaa osiin. Oppimisessa ongelmanratkaisulla on suuri rooli. Ongelmanratkaisun ytimenä on yleensä siihen liittyvän aineksen uudelleen hahmottuminen hahmolakien mukaisesti. Tällöin asiayhteydet ymmärretään äkillisesti uudella tavalla, jolloin koemme oivalluksen ja opimme. [64, s. 157]

Assosiaatiopsykologinen tutkimussuuntaus on myös omalta osaltaan vaikuttanut kognitivismiin kehitykseen. Kyseisen suuntauksen pohja on skotlantilaisen David Humeen (1711–1776) pohdinnoissa. Assosiaatiopsykologit ovat omaksuneet empiristeltä näkemyksen, että välitön aistihavainto on kaiken tietämisen peruslähtökohtana, ja heidän tavoitteenaan on selvittää niitä lainalaisuuksia, joilla havaintoihin perustuvat mielteet liittyvät toisiinsa ja muodostavat kokonaisuuden. [35, s. 49]

Kognitiivisen oppimisen tutkimuksen teoriapohja vahvistui, kun ihmisen muistin toiminta ja tiedonmuodostamisen mekanismi tulivat tutuiksi muun muassa Frederic Bartlettin (1886–1969) tutkimusten kautta. Bartlettin mukaan muisti ei ole alkuperäisen materiaalin tarkkaa toistamista varten vaan alkuperäisen materiaalin aktiivista muokkaamista ja uusien tulkintojen tuottamista varten. [39, s. 215]

Kognitivismissa huomio on mielen sisäisissä prosesseissa. Keskeinen käsite kognitiivisessa oppimiskäsityksessä on representaatio. Representaatio kuvaa sitä, miten ulkoista ympäristöä koskeva käsite on edustettuna mielessä. Tähän hyvän lähtökohdan tarjoaa skeeman käsite. Skeemalla, sisäisellä mallilla, tarkoitetaan sellaista kokemuksen tai tiedon mieleen varastoitumisen muotoa, jolla selitetään aiemmin opitun vaikutus uusien asioiden oppimiseen. [35, s. 91–95]

Sveitsiläisen Jean Piaget'n, 1900-luvun vaikutusvaltaisimman kehityspsykologin, (1896–1980) mukaan skeema on tärkeä elementti oppimisessa, sillä tietäminen ja sitä kautta oppiminen on uuden tiedon liittämistä skeemoihin. Oppimisen lähtökohtana on ristiriita olemassa olevien skeemojen ja uusien tietojen välillä. Piaget kutsuu sitä aktiivista tekoa, jossa ihminen liittää uusia tietoja skeemoihin, assimilaatioksi. Assimilaatio (sulautuminen) on siis uusien ilmiöiden sulauttamista olemassa oleviin skeemoihin. Assimilaation vastinpari, akkommodaatio (mukautuminen), puolestaan tarkoittaa jo olemassa olevien skeemojen mukautumista paremmin uutta tilannetta vastaaviksi. [35, s. 101]

Kognitiivisessa oppimisnäkemyksessä oppilas nähdään aktiivisena, tavoitteellisena ja itsenäisenä informaation vastaanottajana, käsittelijänä, tuottajana ja tulkit-

sijana. Keskiössä on siis tiedon prosessointi Piagen mielensisäisten teorioiden mukaan. [79, s. 143] Kognitiivista oppimisen teoriaa voidaan kuitenkin kritisoida siitä, että se keskittyy vain ihmiseen tietoa prosessoivana olentona, eikä huomioi tunteita tai oppimisympäristön merkitystä [39, s. 220].

2.1.2 Konstruktivismi

Konstruktivismi ei itsessään ole oppimisteoria, vaan epistemologinen eli tietoteoreettinen näkemys siitä, mitä tieto on ja miten ihminen hankkii tietoa. Tämä tiedon olemusta käsittelevä paradigma on levinnyt laajalle ihmis- ja yhteiskuntatieteisiin. Konstruktivistinen oppimiskäsitys on kyseisen paradigman ilmenemismuoto oppimisen tutkimisen ja pedagogiikan osa-alueilla. [77, s. 37]

Konstruktivismi ei myöskään ole mikään yhtenäinen teoria, vaan se juontaa juurensa monesta eri lähteestä ja sen sisällä on erilaisia suuntauksia. Suuntauksista puhuttaessa törmää kirjallisuudessa erittäin kirjavaan terminologiaan. Yhtenäistä, yleispätevää jakoa konstruktivismin suuntauksiin ei ole. Karkeasti konstruktivismi voidaan jakaa yksilökonstruktivismiin ja sosiaaliseen konstruktivismiin, mitä käytetäänkin jakona tässä työssä. Suurin painotusero näiden eri suuntausten välillä koskee sitä, onko niiden mielenkiinnon kohteena yksilöllinen vai sosiaalinen tiedon konstruointi. [77, s. 38–39]

Kirjallisuudessa puhutaan tavallisimmin seuraavista konstruktivismin haaroista: yksilökonstruktivismiin kuuluva radikaalikonstruktivismi sekä sosiaaliseen konstruktivismiin kuuluvat sosiaalinen konstruktionismi, symbolinen interaktionismi ja sosiokulttuuriset lähestymistavat. Radikaalikonstruktivismi-termiä käytetään Tynjälän³ mukaan puhuttaessa kyseisestä yksilökonstruktivismin suuntauksesta filosofi-sena paradigmana. Termiä kognitiivinen konstruktivismi käytetään radikaalin konstruktivismin synonyyminä tarkasteltaessa erityisesti oppimispsykologista tutkimusta. Termien *konstruktivismi* ja *konstruktionismi* vaihteleva ja osin ristiriitainenkin käyttö on aiheuttanut paljon hämmennystä. Yleensä kirjallisuudessa konstruktivismista puhutaan yleiskäsitteenä ja konstruktionismista vain sosiaalisen konstruktivismin suuntauksena, sosiaalisena konstruktionismina. [77, s. 38–39]

Jaottelu konstruktivismin eri haaroihin voidaan tehdä myös noudattaen seuraavaa erottelua: kognitiivinen konstruktivismi ja sosiokulttuurinen konstruktivismi [39, s. 220–221] tai kognitiivinen konstruktivismi ja situatiivinen konstruktivismi [13, s. 203]. Nämä erottelut vastaavat sisällöiltään aiemmin mainittua jakoa yksilökonstruktivismiin ja sosiaaliseen konstruktivismiin.

Konstruktivisen epistemologian mukaan kaikkia suuntauksia yhdistää näkemys siitä, että tieto ei voi koskaan olla tietäjästä riippumatonta objektiivista heijastumaa

³Kasvatustieteen tohtori Päivi Tynjälä toimii professorina koulutuksen tutkimuslaitoksella Jyväskylän yliopistossa.

maailmasta, vaan se on aina yhteisön tai yksilön itsensä konstruoimaa. Konstruktivismi ei siis hyväksy empiiristä tai objektiivista tietoteoriaa, jonka mukaan maailmasta voidaan saada objektiivista tietoa suoraan kokemusten ja havaintojen kautta. Konstruktivisessa oppimiskäsityksessä oppiminen ei ole tiedon passiivista vastaanottamista vaan oppijan tiedon konstruoinnista, aktiivista kognitiivista toimintaa. Oppilas tulkitsee havaintojaan ja uutta tietoa aiempien kokemustensa ja aikaisemman tietonsa pohjalta rakentaen jatkuvasti maailmankuvaansa. [77, s. 37–38]

Olennaista tavoitteellisen oppimisen kannalta on oppilaan kyky tulla tietoiseksi siitä, mitä ymmärtää tai mitä osaa ja mitä ei ymmärrä tai mitä ei osaa. Meta-kognitiivisten taitojen ja itsereflektion merkitys oppimisen välineinä korostuu. [64, s. 166]

Yksilökonstruktivismi (kognitiivinen konstruktivismi, radikaali konstruktivismi) on melko lähellä kognitiivisia oppimiskäsityksiä, sillä se painottaa yksilön omia sisäisiä tiedonmuodostusprosesseja ja perustuu kognitiiviseen psykologiaan. Oppimisprosessissa korostetaan oppimisen sosiaalista puolta, mutta pääpaino on yksilön tiedonrakentamisessa. Keskeinen käsite on skeema. [77, s. 39–40]

Sosiaalinen konstruktivismi painottaa tiedon sosiaalista konstruointia ja on kiinnostunut oppilaan sosiaalisista, vuorovaikutuksellisista ja yhteistoiminnallisista prosesseista. Sosiaalisen konstruktivismin edustajat eivät ole ensisijaisesti kiinnostuneita pään sisäisistä toiminnoista, vaikka osa suuntauksista huomioikin yksilöllisen aspektin sosiaalisen aspektin ohella. Sosiokulttuuriset lähestymistavat painottavat sosiaalisen vuorovaikutuksen lisäksi kulttuuristen välineiden käytön oppimista ja tiedon oppimista aidossa sosiaalisessa, kulttuurisessa ja historiallisessa todellisuudessa. Symbolisessa interaktionismissa on vaikutteita sekä radikaalikonstruktivismista että sosiokulttuurisista teorioista. Oppimisen tutkimuksessa huomioidaan yksilöllinen tiedon konstruointi ja oppimisen sosiaalinen dynamiikka. Sosiaalialainen konstruktivismi korostaa sosiaalisen tiedon konstruoinnin ja kielen merkitystä, jolloin pedagogikassa painotetaan sosiaalista vuorovaikutusta, yhteistoiminnallista oppimista, keskustelua, merkityksistä neuvottelua ja merkitysten rakentamista käytännön yhteydessä. [77, s. 39, 50–51, 60–61]

Konstruktivistisen oppimiskäsityksen kehitys on väistämättä johtanut muutoksiin opetuksessa ja pedagogikassa. Seuraavassa on esitetty listaus konstruktivismin keskeisistä pedagogisista näkökohdista ja vaikutuksista käytännön opetustyöhön Tynjälän [77, s. 39, 61–67] sekä Rauste-von Wrightin, von Wrightin⁴ ja Soinin [64, s. 162–176] ajatusten pohjalta:

- Uusi tieto opitaan hyödyntämällä aikaisempia tietoja.

⁴Emeritaprofessori Marjaliisa Rauste-von Wright työskenteli Helsingin yliopiston kasvatustieteen professorina. Hänen miehensä, nykyinen emeritusprofessori Johan von-Wright, työskenteli niinkin Helsingin yliopistossa psykologian professorina.

- Oppiminen on oppilaan oman, aktiivisen toiminnan tulosta ja opettajan rooli on oppimisprosessin tukemista.
- Ymmärtämistä painotetaan ulkoa osaamisen sijaan.
- Faktapainotteisesta opetuksesta siirrytään ongelma-keskeisyyteen.
- Oppiminen on aina kontekstisidonnaista.
- Sosiaalisella vuorovaikutuksella on suuri rooli oppimisessa.
- Tavoitteellista oppimista voi oppia ja metakognitiivisia taitoja pystyy kehittämään.
- Sama asia voidaan tulkita monella eri tavalla.
- Tieto on suhteellista, sillä se käsitetään sosiaalisesti konstruoiduksi.
- Tietoa käsitellään useista eri näkökulmista erityyppisiä esitystapoja ja oppimistehtäviä hyödyntäen.
- Oppimista voidaan arvioida monin eri menetelmin ja kriteerein.
- Opetussuunnitelmia tulee kehittää joustavammiksi ja niiden tulee korostaa tiedonhankinnan ja elinikäisen oppimisen merkitystä.

Edellä mainitut konstruktivismin keskeiset käytännön opetustyön näkökohdat soveltuvat kaikkiin konstruktivismin suuntauksiin, mutta painotuseroja suuntausten välillä on.

2.1.3 Muita projektioppimisen rakennuspalikoita

Kognitivismiin ja sosiaalisen konstruktivismin lisäksi projektioppimisella on juuria humanismissa. Humanistinen oppimisnäkemys painottaa ihmisen persoonallista kasvua ja kokemuksen reflektoinnin merkitystä oppimisprosessin aikana. Oppiminen näyttäytyy ihmisen välisessä vuorovaikutuksessa tapahtuvana, kokeilevana, aktiivisena ja kehittävänä toimintana. Ihminen nähdään vastuullisena, motivoituneena ja tavoitteitaan kohti pyrkivänä olentona. Opiskelija on oppimisprosessin keskiössä ja opettaja toimii vain oppimisprosessin ohjaajana. Vaikka humanistisessa näkemyksessä painotetaan vuorovaikutuksen merkitystä, oppimisen ajatellaan pohjautuvan oppilaan yksilöllisiin kokemuksiin ja kehitysprosesseihin. [39, s. 204]

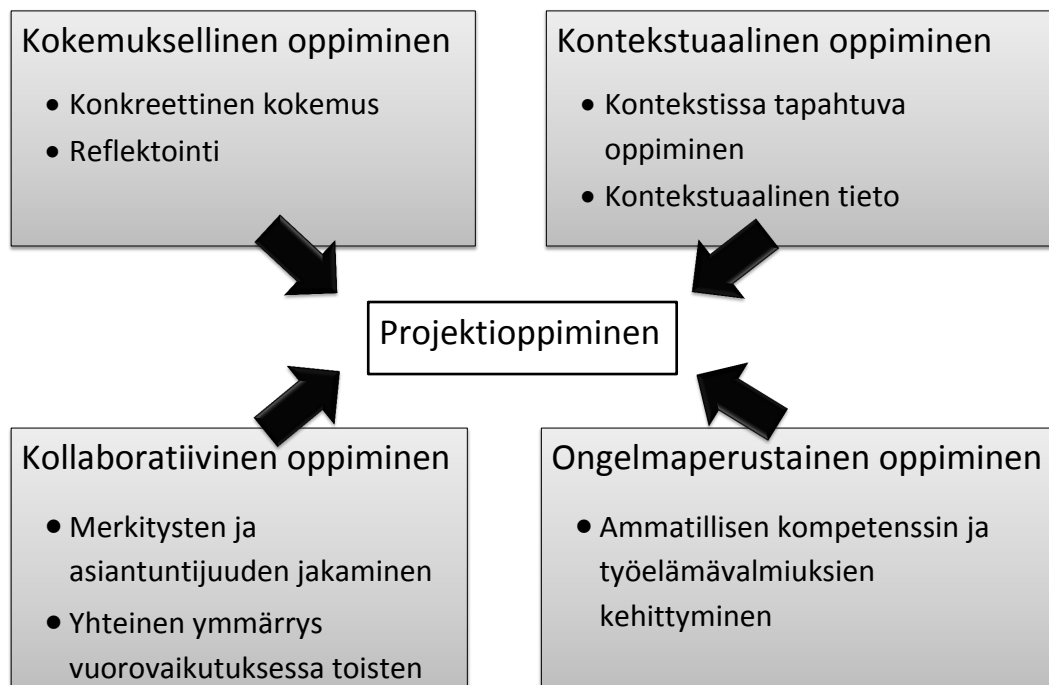
Humanismiin pohjautuvia teoriasuuntauksia ovat muun muassa kollaboratiivinen oppiminen, kokemuksellinen oppiminen ja kontekstuaalinen oppiminen. Toisaalta esimerkiksi kokemuksellinen oppiminen voidaan nähdä myös kognitiivisena oppimisteorianäkökulmasta. Edellä mainittujen humanismiin

pohjautuvien suuntausten lisäksi projektioppiminen on ottanut vaikutteita eksperimentaalisuuteen pohjautuvasta ongelma- ja kokemuksellisuudesta oppimisesta. [80, s. 23–31]

Kollaboratiivinen oppiminen korostaa vuorovaikutuksessa tapahtuvaa yhteisen ymmärryksen luomista sekä merkitysten ja asiantuntijuuden jakamista [80, s. 24]. Kokemuksellisessa oppimisessä keskeistä on sekä sosiaalisen että yksilöllisen kasvun tukeminen ja ihmisen oman itsetuntemuksen lisääminen. Kolbin mukaan oppiminen on kehämäinen prosessi ja siinä on neljä vaihetta: konkreettinen kokemus, reflektiivinen havainnointi, abstrakti käsitteellistäminen ja kokeileva, aktiivinen toiminta. Reflektio kuuluu kokemuksellisen oppimisen peruskäsitteistöön. [39, s. 206]

Kontekstuaalisessa oppimisessä on keskeistä luoda sellainen konteksti, jossa oppimista tapahtuu. Tieto nähdään kontekstuaalisena ja oppiminen tapahtuu aina kontekstissaan. Ongelma- ja kokemuksellisuus ei korosta suuren väitetietomäärän hankintaa vaan sitä, mitä tulee tietää, jotta tiettyä tilannetta voidaan käsitellä. Ongelma- ja kokemuksellisuus painottaa kykyä hankkia tietoa ja käyttää sitä jonkin ongelman ratkaisemiseen. Oppimisen keskiössä ovat ongelmat, jotka tulevat vastaan ammatissa tai arkielämässä. [80, s. 25–29]

Kuvassa 2.1 havainnollistetaan projektioppimisen rakentumista eri oppimissuuntauksista. Kuvassa ei mainita kognitiivista oppimisen teoriaa eikä sosiaalista konstruktivismia, sillä kyseiset oppimisnäkökulmat on käsitelty aiemmin.



Kuva 2.1: Projektioppimisen vaikutteet muista oppimisnäkökulmista [80, s. 23–31].

Projektioppiminen tapahtuu yleensä ryhmätyönä mielekkäässä, konkreettisessa kontekstissa. Keskeistä on moniammatillinen ryhmätyöskentely ja asiantuntijuuden jakaminen. Tiedon muodostamisen ja onnistuneen projektioppimisen prosessin edellytyksenä on reflektiivinen työote. Projektioppiminen kehittää sisältötietouden lisääntymisen lisäksi työelämässä arvostettavia metataitoja. Samalla projektioppimisessa tehdään usein yhteistyötä työelämän edustajien kanssa. [80, s. 29–32]

2.2 Historiaa

Tekemällä oppimisen (learning-by-doing) idea pystytään löytämään jo kiinalaisen filosofin ja opettajan Kungfutsen (551–479 eKr.) sekä antiikin ajan kreikkalaisen filosofin Aristoteleen (384–322 eKr.) ajatuksista. Toinen kreikkalainen filosofi Sokrates (470–399 eKr.) mallinsi, kuinka voidaan oppia kyselyn, tutkimusten ja kriittisen ajattelun avulla. Edellä mainitut strategiat liittyvät läheisesti myös tämän päivän projektioppimiseen. [7]

Varsinaisesti projektioppimisen juuret ovat 1900-luvun vaihteen amerikkalaisessa pragmatismissa. Pragmatismi on filosofinen koulukunta, joka korostaa tiedon saavuttamista toiminnan kautta. Pragmaatikot näkevät tiedon yhtenä kokemuksen muotona. Absoluuttista totuutta ei ole olemassa, sillä kaikki arvot ovat suhteellisia. Yleisesti totta on se, mikä osoittautuu toiminnassa hyödylliseksi. [11, s. 6–7]

Suurin kunnia projektityöskentelyn periaatteiden omaksumisesta kuulunee filosofi ja kasvatustieteilijä John Deweylle (1859–1952) [60, s. 11]. Häntä pidetään yhtenä tärkeimmistä pragmaattisen koulukunnan edustajista ja hänet tunnetaan progressivismin nimellä tunnetun koulunuudistusliikkeen johtohahmona [11, s. 6]. Pragmatismiin pohjautuva progressivismi syntyi Pohjois-Amerikassa kritiikkinä 1900-luvun vaihteen kouluoloille. Koulu nähtiin tuolloin pelkkänä "läksyjen oppimisen paikkana", eikä opetuksen kehittämistä pidetty tärkeänä. [21, s. 208–211] Progressivismin tavoitteena oli muun muassa koulujen työtapojen muuttaminen oppilaskeskeisemmiksi. Opetuksessa korostettiin oppilaan omaa aktiivisuutta, persoonallisuuden huomioimista, arkipäivän elämää ja kokemuksia. Koulun kasvatustehtävää pyrittiin myös laajentamaan koskemaan ammatillista kasvatusta, terveyden huoltoa sekä perhe- ja yhteiskuntakasvatusta. [60, s. 11]

Deweyn kasvatustieteellisen ajattelun tärkein anti voidaan koota Iisalon [21, s. 210–215] sekä Rinteen, Kivirauman ja Lehtisen [66, s. 170–174] mukaan seuraaviin viiteen periaatteeseen:

- Kaiken opiskelun on tapahduttava toiminnan ja kokemuksen kautta. Koulu ei saa olla paikka, jossa oppilas oppii hänen omasta toiminnastaan irrotettuja, ulkopuolelta annettuja totuuksia siinä toivossa, että niistä olisi mahdollisesti jotain hyötyä tulevaisuudessa.

- Opetuksen on oltava oppilaskeskeistä.
- Koulu on pienoisyhteiskunta. Yhteisöllisyyttä ja sosiaalisia taitoja on korostettava. Koulutus ei ole vain valmistautumista tulevaisuuteen, vaan aktiivista elämää koko ajan.
- Opiskelu olisi organisoitava oppijan luonnollisten toimintojen mukaan, ei perinteistä ainejakoista lukujärjestystä noudattaen.
- Koulu tulee nähdä demokraattisen yhteiskunnan toteuttajana ja edistäjänä.

Vuonna 1896 Dewey, joka toimi tuolloin Chicagon yliopiston filosofian professorina, perusti yliopiston yhteyteen The Laboratory School -nimellä tunnetun kokeilukoulun. Kyseinen koulu poikkesi täysin muista saman ajan kouluista, sillä sen pohjana olivat Deweyn edellä mainitut kasvatustieteellisen ajattelun periaatteet. The Laboratory School oli eräänlainen työpaja ja laboratorio. Siellä oppiminen tapahtui työnteon avulla ja noudatti learning-by-doing -ideologiaa. [11, s. 5] Myös muissa 1900-luvun yhdysvaltalaisissa progressiivisesti suuntautuneissa kouluissa projektityöskentelyllä oli keskeinen ja vakiintunut asemansa. Tässä tapauksessa projektityöskentelyllä tarkoitetaan käytännötoimintaan ja ongelmanratkaisuun pohjautuvaa opetusta. [60, s. 15]

Vaikka Deweyn ajatuksia oppijaa aktivoivasta, käytännönläheisestä, kokemuksiin perustuvasta oppimisesta pidetäänkin projektioppimisen periaatteiden taustana, ei hän koskaan nimittänyt kokeilujaan Chicagon koulussa projekteiksi. Hän ei myöskään osallistunut projektioppimisen metodologiseen kehittelyyn. [60, s. 11]

Termiä projekti nykyaikaisena opiskelukäsitteenä käytti ensimmäisen kerran Columbian yliopiston professori ja opettajankouluttaja Charles R. Richards (1878–1963). Hän vaati opiskelijoiltaan itsenäistä ongelmanratkaisua työtehtävien suorittamisessa. [60, s. 11]

Varsinaisena projektioppimisen menetelmällisenä kehittäjänä voidaan pitää amerikkalaista William Heard Kilpatrickia. Hän aikaansai sen, että aiemmin käytännössä toteutetusta opetusmenetelmästä alettiin käyttää projektimetodin nimeä. Kilpatrick myös pyrki tietoisesti laajentamaan projektimetodin käyttömahdollisuuksia. [60, s. 16]

Kilpatrick määritteli käsitteen projekti ”täydestä sydäimestä tapahtuvaksi tarkoitukselliseksi toiminnaksi, joka suoritetaan sosiaalisessa ympäristössä”. Hän määritteli myös neljä erilaista projektityyppiä. Ensimmäisen tyypin, tuottamisprojektin, tarkoituksena on suunnitelmallisesti tuottaa jotain. Esimerkkinä tämäntyyppisestä projektista voisi olla vaikka veneen rakennus tai tarinan kirjoittaminen. Toiseen tyyppiin kuuluvat esteettiset kokemukset, kuten runon kuunteleminen tai taideteoksesta

nauttiminen. Kolmanteen projektityyppiin kuuluvat Kilpatricin mukaan ongelmatyyppiset projektit. Näissä projekteissa tarkoituksena on ratkaista jokin älyllinen ongelma. Tämä projektikuvaus vastaa eniten Deweyn käsitystä mielekkäästä oppimisesta ja on näin ollen parhaiten tunnettu projektityyppi. Neljäs projektityyppi on harjoitusprojekti, jonka tarkoituksena on hankkia tiettyjä taitoja tai tietoa. Esimerkki tällaisesta projektista on ranskan epäsäännöllisten verbien oppiminen. ([26], katso [60, s. 16–19])

Kilpatrickin projektikäsitys on saanut runsaasti arvostelua, sillä minkä tahansa rutiinitehtävän tekeminen voidaan Kilpatrickin määritelmän mukaan tulkita projektiksi, jos se tehdään motivoituneesti ja tarkoituksella. Ongelmanratkaisun korostaminen puuttuu täysin Kilpatrickin määritelmästä. ([26], katso [60, s. 16–19])

Kilpatrickin projektimetodin mukaan koko koulutyöskentely on järjestettävä projekteiksi. Erilliset oppiaineet ovat tarpeettomia, sillä projektin aikana hankitaan tietoja eri aloilta tehtävän ratkaisemiseksi. Jotta yhteiskunnan vaatimukset koulutusta kohtaan täyttyvät, projektien yhteydessä on opiskeltava projektiin liittyviä oppiainesisältöjä. Esimerkiksi Suomen elinkeinoelämää käsittelevässä projektissa voidaan läpikäydä muun muassa historiaan, luonnontieteisiin ja taloustieteisiin kuuluvia asiakokonaisuuksia. Kilpatrickin mukaan opiskelun lähtökohtana on, että oppilaat löytävät omatoimisesti jonkin ongelman, jonka ratkaisemisen he kokevat tärkeäksi, ja pyrkivät suunnitelmallisesti ryhmässä selvittämään sen. Opettaja toimii vain taustalla ja antaa oppilaille paljon omaa tilaa. [21, s. 233]

Jo yli 100 vuotta kasvattajat, mukaan lukien edellä mainitut Dewey ja Kilpatrick, ovat raportoineet käytännön työskentelyyn ja kokemiseen perustuvan, oppilaslähtöisen opetuksen eduista. Useimmat opettajat ymmärtävät mielenkiintoisten ja haastavienkin projektien arvon opetuksessa. Laboratoriotutkimuksia, opintomatkoja ja tieteen alojen välistä yhteistyötä on tehty jo kauan. Projektioppimisen perinne on siis ollut olemassa. Kuitenkin vasta viimeisen 25 vuoden aikana projektioppiminen on saavuttanut suurempaa suosiota ja menetelmä on vakiintunut. Projektioppimisen uuden kukoistuksen mahdollistaa kaksi asiaa. Ensimmäinen on oppimisteorioissa tapahtunut vallankumous. Kognitiiviset oppimisteoriat ja konstruktivismi ovat kasvatustieteissä syrjäyttäneet behavioristiset näkemykset oppimisesta. Toiseksi maailma on muuttunut. 2000-luvulla oppilaat tarvitsevat sekä tietoja että taitoja menestyäkseen elämässään. Yhteistyötaidot, sujuva kommunikointi ja tiedonhankintataidot ovat vain esimerkkejä siitä, mitä tämän päivän maailmankansalainen tarvitsee. [41, s. 3–4]

2.3 Tehdyt tutkimukset

Tässä kappaleessa käsitellään erotellusti projektioppimisesta tehtyjä tutkimuksia ulkomailla ja kotimaassa. Lisäksi samalla käsitellään lyhyesti projektioppimisen laa-

jempaan soveltamiseen tähtäävää toimintaa.

2.3.1 Projektioppimisen tutkimus- ja kehitystoiminta ulkomaila

Projektioppimista on tutkittu 1970-luvulta alkaen eri yhteyksissä. Painopisteet projektioppimisen tutkimuksessa ovat jakautuneet tietokonevälitteiseen oppimiseen ja työpaikoilla tapahtuvaan projektioppimiseen. Esimerkkejä tietokonevälitteisestä projektioppimistutkimuksesta ovat yhdysvaltalaisen Laffreyn, Tupperin, Musserin ja Wedmanin tutkimus [32] tietokonevälitteisen tukijärjestelmän hyödyntämisestä projektipohjaisessa oppimisessa ja yhdysvaltalaisen Frank Odaszin tutkimus [44] projektioppimisesta internetopetuksessa. Edellä mainituissa tutkimuksissa kävi ilmi, että oppilas on projektioppimisessa vastuussa omasta oppimisestaan ja opetus itsessään on oppilaan omaa tiedon hankintaa opettajan opettajajohtoisen tiedonjakamisen sijaan. [80, s. 17–19]

1990-luvulla projektioppimisen tutkimus lisääntyi erityisesti työelämäkontekstissa. Muun muassa Poell, Van Der Krogt ja Warmerdam [62] tutkivat projektioppimista työpaikoilla ja päätyivät tutkimuksessaan siihen, että projektiopiskelu on tehokas tapa oppia. Myös Arthur, DeFillippi ja Jones⁵ [4] ovat tutkineet projektioppimista liike-elämän projektiorganisaatioissa ja kehittäneet oppimisprosessin mallin projektioppimiseen. Malliin tutustutaan tarkemmin seuraavassa luvussa. [80, s. 17–19]

Kokonaisuudessaan ulkomaisten tutkimusten mukaan projektioppimista pidetään tehokkaana ja myönteisiä oppimistuloksia aikaansaavana opiskelumetodina. Kriittistä näkökulmaa projektioppimiseen ei ulkomaalaisesta kirjallisuudesta juurikaan löydy. [80, s. 17–19] Liitteen A taulukoihin A.1 ja A.2 on koottuna esimerkkejä ulkomaisista projektioppimista käsittelevistä tutkimuksista.

Seuraavaksi esitellään kaksi organisaatiota, jotka pyrkivät edistämään projektioppimisen laajentumista kouluopetuksessa.

BIE

Buck Institute for Education, BIE, on voittoa tavoittelematon organisaatio, jonka tavoitteena on laajentaa projektioppimisen hyödyntämistä kouluissa. BIE-organisaatio pyrkii projektioppimisen avulla auttamaan opettajia valmentamaan oppilaistaan monipuolisia 2000-luvun osaaajia. Buck Institute for Education antaa työkaluja projektioppimisen soveltamiseen kaikille koulutustasoille ja kaikkiin oppiaineisiin.

⁵Filosofian tohtorit Michael Arthur ja Robert DeFilippi työskentelevät kansainvälisen kaupan professoreina Suffolkin yliopistossa Bostonissa. Filosofian tohtori Candice Jones työskentelee professorina Boston Collegessa.

BIE on julkaissut lukuisia kirjoja, artikkeleita ja tutkimuksia projektioppimisesta, muun muassa kirjat *Project Based Learning Handbook* ja *PBL 101 Workbook* sekä tutkimukset verkkoteknologian roolista projektioppimisessa (*Assessing the Role of Online Technologies in Project-based Learning*) ja 2000-luvulla vaadittavista taidoista (*21st Century Skills Framework*). Lisäksi organisaation kotisivuilta löytyy runsaasti materiaalia opettajien työn tueksi ja blogeja, joissa opettajat voivat jakaa kokemuksiaan. Julkaisut ovat pääosin englanninkielisiä.

Vuonna 2012 organisaatio sai suuren apurahan, jonka avulla BIE loi PBLU:n, internetissä toimivan projektipohjaisen oppimisen yliopiston, betaversion. Uusi versio PBLU:sta lanseerattiin alkuvuonna 2014. [9]

Edutopia

George Lucasin kasvatuksellisen säätiön (*The George Lucas Educational Foundation*) tavoitteena on luoda Suomen peruskoulua ja lukiota vastaaviin oppilaitoksiin oppimisen uusi maailma. Tulevaisuudessa koulut ovat paikkoja, joissa opiskellaan projektipohjaisesti, uusi teknologia ja oppimisen sosiaalinen aspekti huomioiden. Oppilaista kasvaa elinikäisiä oppijoita ja he saavuttavat 2000-luvulla vaadittavat taidot tiedon löytämisessä ja arvioinnissa sekä tiedon luovassa ja tehokkaassa käyttämisessä. Kyseinen säätiö ylläpitää Edutopia nimistä verkkosivustoa, jonne säätiö tuottaa oppimateriaalia, videoita ja muuta digitaalista materiaalia 2000-luvun koulutuksen innovaatioista. Koska George Lucasin kasvatuksellisen säätiö rahoittaa opetuksen kehittämiseen liittyvää tutkimusta, verkkosivustolta löytyy myös tutkimustietoa opetuksen tason nostamisesta. Säätiö tuo esiin erilaisia nykyaikaisia oppimissuuntauksia, joista yksi keskeinen on projektioppiminen. [15]

2.3.2 Projektioppimisen tutkimus Suomessa

Suomessa projektioppimista on hyödynnetty erityisesti tekniikan, kaupan ja hallinnon aloilla sekä jonkin verran sosiaali- ja terveysalalla. Tutkimustietoa projektioppimisesta on kuitenkin julkaistu melko vähän ja varsinkaan kvantitatiivisia tutkimuksia ei kirjallisuudesta löydy. [80, s. 19–22] Usein tutkimusote on fenomenologinen, kuten esimerkiksi Leena Koivumäen opiskelijoiden ja työelämän edustajien kokemuksia ammattikorkeakoulun projektiopiskelusta käsittelevässä lisensiaatintyössä [27].

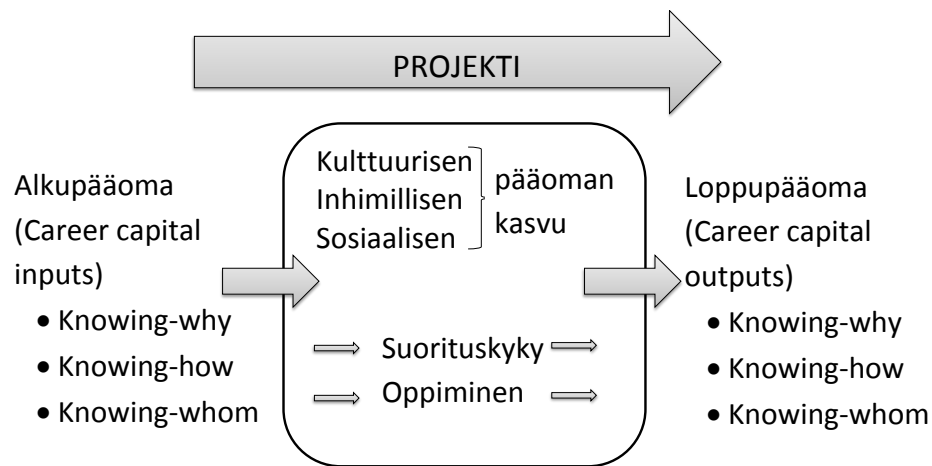
Liitteen A taulukoihin A.3, A.4 ja A.5 on koottu esimerkkejä suomalaisesta projektioppimiseen liittyvästä tutkimuksesta. Tutkimukset jakautuvat projektioppimisen käsiteanalyttiseen tarkasteluun, projektiopiskelun merkitykseen opiskelijoille ja työelämän edustajille sekä yleisiin kokemuksiin projektioppimisesta. Projektioppimisen käytännön soveltamista koulutukseen on tutkittu lähinnä ammattikorkeakoulutasolla [63; 80]. Kasvatustieteen professori Leena Laurinen ja kasvatustieteen tohtori

Leena Penttinen ovat kuitenkin tutkineet peruskoulun kahdeksaluokkalaisten kielellistä vuorovaikutusta projektityössä ja Jarkko Leino⁶ on paneutunut kokemuksiin projektityöskentelystä eri kouluasteilla. Kokonaisuudessaan tutkimustulokset ovat melko positiivisia, mutta kehittämiskohteitakin löytyy. [34; 37] Projektioppimisen hyviin ja huonoihin puoliin perinteiseen opetukseen verrattuna tutustutaan tarkemmin myöhemmissä luvuissa.

2.4 Projektioppimisen malli

Hirsjärven mukaan yleisesti määriteltynä mallilla tarkoitetaan rakennekokonaisuutta, johon voidaan sijoittaa erilaisia empiirisiä aineksia, kuten esimerkiksi havaintoja ja tapahtumia. Malliin sijoitettuna nämä empiiriset ainekset muodostavat selkeän kokonaisuuden, josta käyvät ilmi eri osien suhteet toisiinsa. Malli helpottaa kokonaisuuksien hahmottamista, osien välisten suhteiden määrittelyä ja mahdollistaa päätelmiä myös niistä rakenneosista, joita ei ole vielä empiirisesti tutkittu. Malli voi tieteellisessä toiminnassa muuttua teoriaksi sen jälkeen, kun sen paikkansapitävyys on verifioitu. [20, s. 111]

Arthur ym. esittää kuvan 2.2 mukaisen mallin projektiperustaiselle oppimisprosessille. Kyseinen malli on kehitetty projektiorganisaatiokontekstiin. [4, s. 100–105]



Kuva 2.2: Arthurin ym. esittämä projektiopiskelun pedagoginen malli projektiorganisaatiokontekstissa [4, s. 100–105].

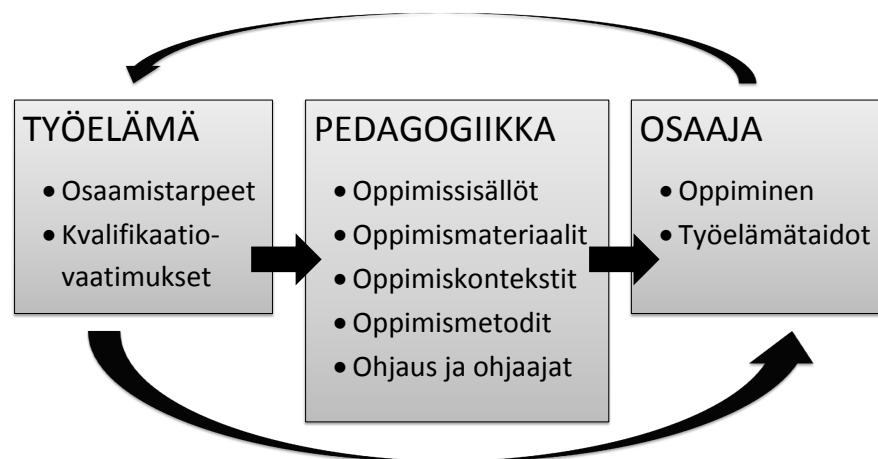
Mallissa projektiryhmän jäsenet tuovat projektin käyttöön oman osaamisensa (career capital inputs). Projektin aikana kertyy kulttuurista, sosiaalista ja inhimillistä pääomaa eli oppimisprosessissa projektin pääoma kasvaa. Kulttuurisella pääomalla tarkoitetaan uskomuksia ja arvoja, inhimillisellä pääomalla ryhmän muodollista ja epämuodollista runkoa, ryhmän jäsenten tietämystä ja sosiaalisella pääomalla niitä resursseja, jotka ovat projektin käytössä projektin jäsenten suhteiden välityksellä.

⁶Nykyinen emeritusprofessori on työskennellyt professorina Helsingin yliopistossa.

Projektin lopuksi vapautuu enemmän pääomaa kuin projektiin on alun perin tuotu. [4, s. 100–105]

Arthur ym. jakaa projektiin tuotavan ja projektista poistuvan pääoman kolmeen osaan, jotka ovat osittain päällekkäisiä ja yhteydessä toisiinsa: knowing-why, knowing-how ja knowing-whom. Termi knowing-why kuvastaa yksilön arvoja, motivaatiota, identiteettiä ja valmiuksia tasapainoilla työn ja vapaa-ajan välillä. Laajasti ajateltuna knowing-why tarkoittaa ryhmän jäsenten luonteenlaatua ja sitä, kuinka se vaikuttaa projektiin. Knowing-how kuvaa niitä taitoja ja asiantuntijuutta, jotka ryhmän jäsenet tuovat projektin käyttöön. Taidot ja asiantuntijuus voivat olla peräisin muodollisesta koulutuksesta tai aiemmassa työssä ja arkielämässä tapahtuneesta oppimisesta. Knowing-whom kuvastaa ryhmäläisten luomaa suhteiden verkostoa, mikä tulee projektin käyttöön. Suhteet voivat olla projektin sisäisiä tai projektin ulkopuolella olevia. Ulkopuolisia suhteita ovat esimerkiksi suhteet asiakkaisiin ja yhteistyökumppaneihin. [4, s. 100–105]

Pirkko Vesterinen⁷ on kehittänyt omien tutkimustulostensa pohjalta vastaavan mallin kuvaamaan projektiopiskelun pedagogiikkaa. Vesterisen malli pohjautuu ammattikorkeakoulussa tapahtuvaan opiskeluun. Mallin lähtökohtana on se, että työelämä luo tietyt kvalifikaatiovaatimukset tuleville työntekijöilleen. Esimerkkinä tällaisesta osaamistarpeesta on projektityötaidot. Koulutuksen tehtävänä on puolestaan pedagogiikan avulla tuottaa osaajia, jotka vastaavat näihin työelämän tarpeisiin. Saavutettuaan vaaditun osaamisen ja riittävät työelämätaidot opiskelija vastaa osaamisellaan työelämästä aiemmin nousseisiin kvalifikaatiovaatimuksiin. Kuvassa 2.3 havainnollistetaan Vesterisen projektipedagogiikan mallin lähtökohtia. [80, s. 160–161]

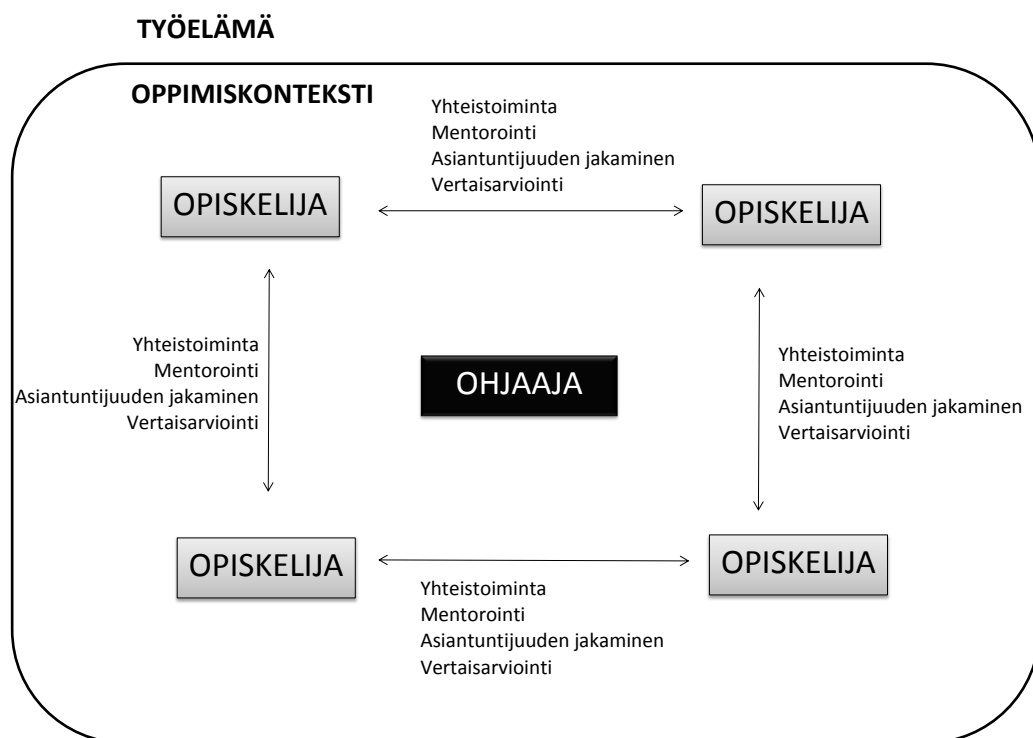


Kuva 2.3: Vesterisen projektipedagogiikan mallin lähtökohta [80, s. 160–161].

⁷Pirkko Vesterinen on väitellyt kasvatustieteen tohtoriksi Jyväskylän yliopistossa aiheenaan projektiopiskelu- ja oppiminen ammattikorkeakoulussa.

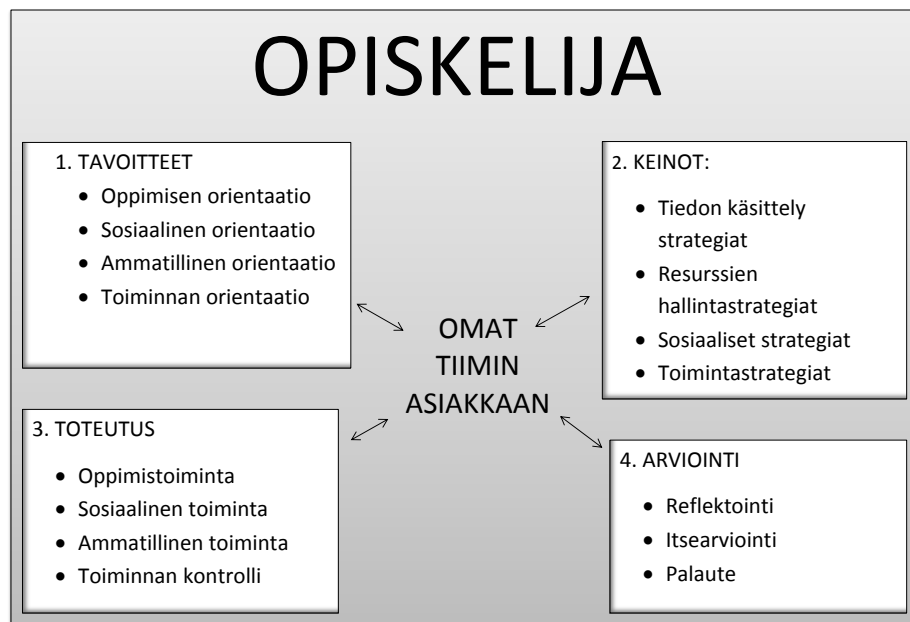
Vesterinen kuvaa mallissaan oppimista prosessina. Kun kuvaan liitetään useamman opiskelijan oppimisprosessi, kuvataan ryhmän kollaboratiivista toimintaa. Ryhmässä opiskelijat toimivat mentoreina toisilleen ja jakavat asiantuntijuutta keskenään. Opiskelijat myös arvioivat toistensa toimintaa ja oppimista. Paikalla on kuitenkin aina myös opettaja, ohjaaja. Ohjaaja seuraa projektityöskentelyä ja ohjaa sekä yksilöitä että ryhmiä. [80, s. 164–165]

Vesterisen mallin lähtökohta on työelämän vaatimuksissa, joten työelämän, asiakkaan, näkökulma tulee esiin myös oppimisprosessissa. Itse oppiminen tapahtuu oppimiskontekstissa, johon kuuluu työelämän kontekstien lisäksi ryhmä, jossa projekti tehdään. Kuvassa 2.4 on kaavio projektioiskelun keskeisistä tekijöistä. [80, s. 162–163]



Kuva 2.4: Vesterisen projektipedagogiikan malli [80, s. 160–169].

Oppimista voidaan tarkastella myös yksittäisen oppilaan näkökulmasta käsin. Oppiminen jakautuu tavoitteiden asettamiseen, keinojen valitsemiseen, itse projektin toteutukseen ja arviointiin. Opiskelijan oppimista ja toimintaa voidaan havainnoida kolmesta eri näkökulmasta: opiskelijan omasta, ryhmän ja työelämän eli asiakkaan näkökulmasta. Kaikki näkökulmat ovat läsnä koko oppimisprosessin ajan. Yksittäisen opiskelijan toimintaa oppimisprosessin aikana havainnollistetaan kuvassa 2.5. [80, s. 161–163]



Kuva 2.5: Vesterisen projektipedagogiikan malli yksittäisen oppilaan oppimisen kannalta [80, s. 160–169].

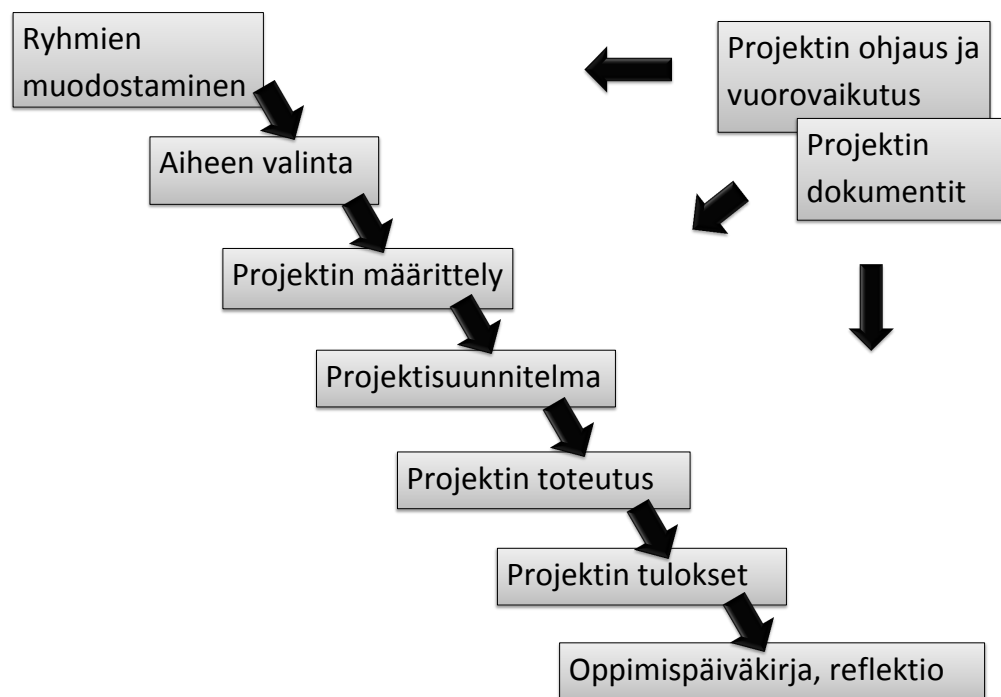
Opiskelija muotoilee omat oppimistavoitteensa, ryhmä tavoitteet koko ryhmälle ja tavoitteet asiakkaalle. Tavoitteiden asettamista voidaan tarkastella myös eri orientaatioiden kautta. Oppimisen orientaatio voidaan ajatella joko prosessi- tai tehtävä-orientoituneisuudeksi. Sosiaalinen orientaatio kuvaa opiskelijan omaa positiota sekä roolia tiimissä ja projektin kokonaisuudessa. Ammatillisella orientaatiolla tarkoitetaan käsitystä ammatillisesta toiminnasta sekä asiantuntijuuden osa-alueiden ja työelämätaitojen kehittymisestä. Toiminnan orientaatio kuvaa toiminnan itsesäätelyä, resurssien hallintaa ja toiminnan arviointia. [80, s. 161, 111–114]

Myös keinojen valinnassa opiskelijan on huomioitava oman näkökulmansa lisäksi ryhmänsä ja asiakkaan näkökulmat. Tiedon käsittelyn strategioilla tarkoitetaan sekä kognitiivisia että metakognitiivisia strategioita. Resurssien hallinnan strategioihin kuuluvat itsesäätelyn, ajankäytön ja opiskelukontekstin hallinnan strategiat. Sosiaaliset strategiat kuvaavat yhteistoiminnallisuutta ja itseohjautuvuutta. Toimintastrategialla tarkoitetaan projektiopiskeluun sitoutumista ja vastuullisuutta. [80, s. 161, 116–117]

Toteutusvaiheessa opiskelija opiskelee yksin ja ryhmässä asiakkaan ja projektin tavoitteet huomioiden. Toteutus voidaan jaotella Vesterisen mukaan itse oppimistoimintaan, sosiaaliseen toimintaan, ammatilliseen toimintaan ja toiminnan kontrollointiin. Samoin kuin toteutusvaiheessa arviointivaiheessa opiskelija arvioi omaa ja ryhmänsä toimintaa, oppimista ja tavoitteiden saavuttamista. Tavoitteiden saavuttamista arvioidaan myös asiakkaan näkökulmasta. Hyviä välineitä arviointiin ovat

reflektointi, itsearviointi ja palaute. [80, s. 161, 165]

Vesterisen projektipedagogiikan malli on tiukasti sidoksissa työelämään, joten sitä on hankalaa soveltaa suoraan peruskoulun projektioppimiseen. Kuitenkin mallista on saatavissa ideoita projektioppimisen oppimisprosessin kulkuun. Vesterisen projektipedagogiikan mallia käytännönläheisemmän mallin oppimisprojektin elinkaaresta on esittänyt Lifländer verkko-oppimista käsittelevässä teoksessaan [38]. Lifländerin projektioppimisen kuvauksen pohjana on Espoon-Vantaan teknillisessä korkeakoulussa toteutettu tietoverkkopohjainen sovelluskehityskurssi, mutta yleisyytensä ansiosta malli soveltuu myös muussa yhteydessä toteutettuun projektiopiskeluun. Kuvassa 2.6 on hahmotelma oppimisprojektin elinkaaresta Lifländerin mallia mukaillen. [38, s. 7, 28–32]



Kuva 2.6: Oppimisprojektin elinkaari Lifländeriä mukaillen [38, s. 28–32].

Lifländerin mukaan ensimmäinen vaihe oppimisprojektissa on projektiryhmän muodostaminen. Ryhmien muodostukseen on syytä kiinnittää huomiota, sillä toimivat ryhmät mahdollistavat aika pitkälle projektityön onnistumisen. Ryhmät voidaan muodostaa joko aiheiden tai henkilöiden mukaan. Jos työskentelyä tapahtuu myös koulun ulkopuolella, on hyvä huomioida oppilaiden asuinpaikkojen sijainti ryhmätyöskentelyn helpottamiseksi. [38, s. 28]

Toisena vaiheena onnistuneessa projektioppimisessa on aiheen valinta. Jos kyseessä ei ole pelkän projektityöskentelyn harjoittelu, valitaan aihe yleensä jollain tavalla kurssin teemoihin sopivaksi. Oppilaiden motivoinnin kannalta on tärkeää liittää projekti johonkin konkreettiseen arkipäivän ongelmaan. [63, s. 45–46]

Projektin määrittely antaa pohjan projektisuunnitelman tekemiselle ja itse projektin toteutuksen käynnistämiseksi. Projektin määrittelystä tulee Lifländerin [38, s. 29] mukaan käydä tiivistetysti ilmi seuraavat asiat:

- Projektin käynnistämisen syyt
- Aikataulu ja mahdolliset kustannukset
- Projektin alustavat osallistujat
- Lähde- ja viiteaineistot
- Rinnakkaisprojektit
- Projektisuunnitelmantekijät, valmistuminen ja hyväksyjä

Yllä mainittu listaus on erittäin perusteellinen ja sitä voidaanakin muokata projektin mittasuhteet huomioiden kyseiseen projektiin sopivammaksi.

Projektisuunnitelma jakautuu määrittelyosaan ja työsuunnitelmaosaan. Määrittelyosassa esitellään projektin tavoitteet ja työsuunnitelmaosassa aikataulutus, vastuunjako ja täsmällinen tehtäväluettelo. Varsinainen projektin toteutus on tietenkin projektin työläin ja yleensä pitkäkestoinen vaihe. Vaikka projektin suunnittelu on välttämätöntä, tulee projektin toteuttamiseen päästä melko nopeasti. [38, s. 29]

Toteutuksen jälkeen ryhmällä pitäisi olla jokin tuotos, jonka tekeminen on ollut yhtenä projektin lähtökohtana. Tämän tuotoksen, projektin päätuloksen, lisäksi tuloksena tulisi olla dokumentoituna projektin elinkaari. Oppimispäiväkirja on hyvä tapa välittää oppimistuloksia ja kokemuksia niin opettajalle kuin kurssin ulkopuolisillekin ihmisille. Reflektointi on olennainen osa hyvää oppimispäiväkirjaa. [38, s. 31–32]

Koko oppimisprojektin elinkaaren ajan mukana projektissa ovat ohjaus ja projektin dokumentointi. Opettaja ottaa kantaa ryhmän suunnitelmiin ja antaa parannusehdotuksia. Samoin muut ryhmät voivat esittää mielipiteitään toistensa projekteista kaikissa projektin vaiheissa. Projektit sisältävät paljon lopputuloksissa näkyttämiä, mutta arvioinnin ja työn etenemisen kannalta tärkeitä vaiheita. Tämän vuoksi kaikki projektin aikana syntyneet dokumentit on hyvä tallentaa ja koota esimerkiksi portfolion muotoon. [63, s. 50–51]

2.5 Opettajan rooli

Perinteinen, behavioristinen opetus perustuu tiedon siirron metaforaan eli asiantuntija siirtää tietonsa oppilaille [33, s. 117]. Perinteisessä oppimisessä keskitytään sisältökeskeiseen ajatteluun, jolloin opettajan asiantuntijuus on liittyä sisältöön. Asiantuntija tietää paljon eli hänellä on paljon niin kutsuttua väitetietoa. Sisältökeskeisessä oppimisessä oppilaita vaaditaan oppimaan suuri määrä tietoa aina tietystä

osa-alueesta kerrallaan. [8, s. 55-56] Opettaja on luokassaan dominoiva ja hänen roolinsa on erittäin näkyvä [57, s. 35].

Siirtyminen sosiaaliseen konstruktivismiin muuttaa valtavasti opettajan roolia. Muutos ei kuitenkaan ole helppo, sillä opettajan ajattelun ja toimintatapojen täytyy muuttua täysin. Vaikka opettajat ovatkin tekemisissä päivittäin kymmenien ihmisten kanssa ja kohtaavat eräiden tutkimusten mukaan yhden työpäivän aikana keskimäärin tuhat sosiaalista vuorovaikutustapahtumaa, heihin liitetään perinteisesti seuraavat määreet: eristyneisyys, ammatillinen yksinäisyys ja työhön liittyvä yhteistyön puute. Opettajien eristyneisyys rajoittaa uusien ideoiden leviämistä ja parempien pedagogisten ratkaisujen löytymistä. Oppiainerajat ylittävä yhteistyö on ongelmallista. Tutkimusten mukaan opettajien ahdistus lisääntyy ja oppilaita, kollegoita sekä itseä koskevat kielteiset käsitykset saavat enemmän valtaa. Opettajilla ei ole yhteistä ammatillista terminologiaa, jolloin uudet ilmiöt pyritään ymmärtämään suhteessa aikaisempiin kokemuksiin. Opettajat ovat liian epävarmoja ottamaan riskejä ja kokeilemaan uutta. Lähes kaikkiin muutoksiin suhtaudutaan konservatiivisesti ja kielteisesti. [69, s. 130–138]

Opettaja on projektioppimisessa tutor, ohjaaja ja valmentaja. Opettaja ei ole luokahuoneen kirkkain tähti vaan oppimisen stimuloija ja resurssi. Hän voi toimia myös ammatillisena konsulttina, asiantuntijana. Toisaalta opettaja on yhteisön tasavertainen jäsen ja oppija itsekkin, toisaalta auktoriteettiasemassa. Opettaja ei yleensä ole ainoa projektioppimisen ohjaaja, vaan ohjaajina toimivat myös muut ryhmänjäsenet, muu luokka sekä oppilaat itse, itseohjautuvina, refleksiivisinä ja autonomisina yksilöinä. [80, s. 62–63]

Opettajan tehtävänä on ohjata sekä yksilöitä että ryhmiä. Ensinnäkin opettajan on huomioitava kaikki oppilaat yksilöinä ja tunnettava kunkin taustatiedot, motivaatiotilanne, kulloinenkin työskentelyvaihe ja oppilaan käsitteellisen ajattelun taso [13, s. 199]. Toiseksi opettajan on asetettava oppimistavoitteet yksilötason lisäksi ryhmätasolle. Tämän ryhmän ja yksilöiden välisen tasapainottelun vuoksi projektioppimisen laadukas ohjaus on erittäin vaativaa ja edellyttää runsaasti aikaa. [80, s. 63]

Koska opettajan ja oppilaiden välinen vuorovaikutus nähdään yhteistoiminnallisen oppimisen puitteissa tasavertaisten yksilöiden muodostamana vuorovaikutuksena, opettajan mahdollisuudet vaikuttaa luokassa tapahtuvaan vuorovaikutuksen kulkuun ovat huomattavasti perinteistä, opettajajohtoista opetusta rajallisemmat. Opettaja pystyy kuitenkin vaikuttamaan työskentelyn yleisiin puitteisiin. Muun muassa toimivalla ryhmien muodostamisella onnistutaan välttämään tietotasoltaan ja sosiaalisilta taidoiltaan epätasaiset ryhmät. [13, s. 195]

Tutkimusten mukaan korkeatasoiseen tiedonmuodostukseen johtavaa vuorovaikutusta ei ainakaan kouluikäisillä synny ilman opettajan ohjausta. Opettajan oikea-

aikainen läsnäolo edesauttaa oppilaiden tiedollista edistymistä. Opettajan on toivottavaa olla saatavilla silloin, kun ryhmä on keskustelunsa pohjalta muodostanut aktiivisen kysymyksen. Usein opettajan ei kuitenkaan kannata antaa suoraa asiantietoon pohjautuvaa vastausta, vaan hänen tulee muotoilla kysymys oppilaiden kannalta selkeämpään muotoon, jolloin oppilaat voivat itse pyrkiä rakentamaan ymmärrystään. Opettaja voi tarjota tukea myös ohjaamalla oppilaiden välisiä keskusteluja kohti johtopäätöksiä ja avata oppilaidensa silmät näkemään keskeisimmät asiat. [13, s. 198]

Ennen oppimisprojektiin ryhtymistä, opettajan on varmistettava oppilaiden esitietojen riittävyys suhteessa projektin vaativuuteen. Projektin on hyvä tukea oppiainesisältöjen ymmärtämistä. Opettaja on myös se henkilö, joka varmistaa, että oppilaiden on mahdollista selviytyä tehtävästä annetuin resurssein. Opettajan tulisi valvoa, että ryhmissä työt jakautuvat tasaisesti, eikä kukaan oppilas ylikuormitu. [80, s. 169]

Projektioppimisessa opettajan tavoitteena on edistää oppijan kasvua ja kehitystä sekä kasvuun tarvittavien oppimisvalmiuksien syntymistä. Opettajan tulisi tukea oppijaa muuttumaan tiedon vastaanottajasta tiedon synnyttäjäksi ja juurruttaa oppilaaseen idea tutkivasta oppimisesta. [46, s. 27, 153]

Keskeisiä elementtejä onnistuneessa projektiopiskelun ohjaamisessa ovat Vesterisen mukaan dialogi, reflektio ja palaute [80, s. 66]. Oppimista palveleva avoin dialogi merkitsee inhimillistä yhteyttä toiseen ihmiseen. Avoin dialogi on ihmettelevää ja todellisuuden salaiseksi jättävää. Ennakkokäsityksiä ei ole etukäteen lyöty lukkoon ja toista ihmistä kunnioitetaan varauksettomasti. Opettajan ja oppilaan välinen vuorovaikutus on parhaimmillaan vastavuoroista ja opettaja ja oppilas työstävät kokemusta yhdessä uudenlaisen ymmärryksen saavuttamiseksi. Tavoitteena on, että opettaja pystyy avaamaan oppilaalle useampia perspektiivejä opiskeltavaa asiaan ja auttamaan ohjattavaa analysoimaan omaa oppimistaan. Saman avoimen dialogin muodostuminen olisi toivottavaa myös oppilaiden välille. [46, s. 64–65]

Käsitteenä reflektio tarkoittaa aktiivista, pitkällistä ja huolellista tietojen ja uskomusten pohdiskelua. Reflektoinnin tarkoitus on auttaa oppijaa pois itsestään selvistä totuuksista ja rutiineista sekä lisätä hänen luottamustaan omaan asiantuntevuuteensa ulkoisiin auktoriteetteihin turvautumisen sijaan. Projektiopiskelussa tarvitaan ohjaajan ja muun ryhmän refleктоivaa apua sekä myös oppijan itsereflektiota. Reflektoinnin merkitys on yhtä suuri oppilaan lisäksi myös ohjaajalle. Reflektointia voidaan siis pitää välineenä, jonka avulla sekä opettaja että oppilas pystyy lähestymään oppimistilannetta uudesta näkökulmasta. Tällöin on mahdollista, että syntyy ajatuksia ja tunteita, joista oppilas ei ennen ollut edes tietoinen. [80, s. 55, 66–67]

Palautteen saaminen on tärkeää sekä itsensä kehittämisen että ammatillisen kasvun kannalta. Hyvä palaute helpottaa oppimista, auttaa suuntaamaan opiskelua

tavoitteita kohti, motivoi, auttaa tunnistamaan virheitä, lisää itsetuntemusta ja luottamusta muita kohtaan sekä voimistaa suoriutumisen tarvetta. Palautteen avulla itsetuntemus kasvaa ja oma sisäinen kuva yhdenmukaistuu muille annettavan kuvan kanssa. Parhaimmillaan palaute mahdollistaa oman työn merkityksen näkemisen työyhteisön kokonaisuudessa. Palautetta on hyvä saada useista eri lähteistä, projektityöskentelyssä lähinnä ryhmätovereilta, muilta oppilailta ja opettajalta. Palautteen antamista ja vastaanottamista on myös hyvä harjoitella, jotta oppilaat pystyvät suhtautumaan avoimesti palautteeseen. Tällöin palaute edistää jatkuvaa oppimista. [80, s. 67–68]

2.6 Arviointi

Perinteisesti oppimisen arviointi jaetaan diagnostiseen, formatiiviseen ja summatiiviseen arviointiin. Diagnostisella arvioinnilla selvitetään oppilaiden lähtötaso uuden opetusjakson alussa. Formattiivisen arvioinnin tarkoituksena on kertoa oppilaalle ja opettajalle, kuinka uusien taitojen ja tietojen oppiminen edistyy. Summatiivinen arviointi puolestaan tarkoittaa kurssin tai opetusjakson lopussa tapahtuvaa päättöarviointia. [77, s. 169] Perinteinen arvioinnin keino on jonkinlainen koe. Koulussa järjestetään muun muassa pistokokeita ja kurssikokeita. Ajokortin saaminen edellyttää sekä teoria- että ajokokeen läpäisemistä. Karaten harrastajan on osoitettava edistymisensä vyökokeissa ja pianistin eritasoisissa soittokokeissa. [5, s. 71–72]

Konstruktivisen oppimiskäsityksen myötä arviointi saa laajemman merkityksen. Arviointi ei ole enää opetuksesta erillinen tapahtuma vaan olennainen osa itse oppimistapahtumaa.

Sosiaalisen konstruktivismin mukaan oppiminen on yhteisöllinen tapahtuma, jossa kulttuuristen välineiden, kuten matematiikan ja kielen, välityksellä tutustutaan sosiaalisesti rakennetun tiedon muotoihin. Arvioinnissa huomio kiinnittyykin siihen, miten hyvin oppilas osaa käyttää näitä kulttuurisia välineitä. Sosiaalisessa konstruktivismissa oppiminen nähdään tilannesidonnaisena, jolloin käytännöllinen ongelmanratkaisu, käytännön toiminta, tiedonkäyttäminen erilaisissa konteksteissa ja sen tarkastelu tulee kytkeä oppimisprosessiin, eikä myöhemmin tapahtuvaan arviointiin. [77, s. 171–172]

Seuraavassa on koottuna konstruktivismiin pohjautuvan arvioinnin tärkeimmät piirteet Tynjälän [77, s. 171] mukaan:

- Arviointi on suurimmaksi osaksi kvalitatiivista perinteisen kvantitatiivisen arvioinnin sijaan.
- Konstruktivistisessa oppimisessa tiedon ymmärtämistä ja soveltamista arvostetaan toisin kuin ulkoa opettelemista.

- Koetilanteet pyritään tekemään mahdollisimman luonnollisiksi ja todellista tilannetta vastaaviksi.
- Opettaja, toverit ja oppilas itse arvioivat yhdessä.
- Huomion kohteina ovat lopputuloksen lisäksi myös oppimisprosessi ja muutos ymmärryksessä.
- Arviointi tapahtuu osana oppimisprosessia.

Projektioppimista arvioitaessa arviointi painottaa oppimisprosessia ja itse tuotoksella on vähäisempi merkitys. Eteläpelto⁸ ja Tourunen [14, s. 80–81] ovat jakaneet omassa tutkimuksessaan projektioppimisen arvioinnin neljään osaa: taustan, prosessin, asenteen ja tuotoksen arviointiin. Taustan arvioinnilla tarkoitetaan eri ryhmien lähtötilanteen arvioimista. Muun muassa ryhmien etukäteisosaaminen projektien aiheiden suhteen ja projektin aikana ilmenevien ryhmistä riippumattomien tekijöiden huomioiminen kuuluvat taustan arviointiin.

Prosessin arviointia voidaan pitää Eteläpellon ja Tourusen arviointikehyksen tärkeimpänä alueena. Prosessin arviointiin kuuluu muun muassa ryhmätyöskentelyn ja jokaisen ryhmäläisen yksilötyöskentelyn arviointi, projektin organisointi, vuorovaikutus sidosryhmien kanssa ja oman työskentelyn analysointi ja kehittäminen. Yleisesti prosessiosuuden arviointi käsittää projektityön onnistumisen ja alan menetelmien käytön arvioinnin. [14, s. 80]

Asenne-kohdassa arvioidaan ryhmän ja sen jäsenten kykyä suhtautua työskentelyyn ja yhteistyökumppaneihin projektin eri vaiheissa. Oppimishalun merkitys korostuu asennetta arvioitaessa. [14, s. 81]

Tuotos-ulottuvuudella tarkoitetaan projektin aikana syntyneitä tuotoksia – niin aineellisia kuin aineettomiakin. Tuotoksia arvioidaan erityisesti tulevien käyttäjien näkökulmasta. [14, s. 81]

Edellä mainitun arviointikehikon lisäksi arviointiprosessi tarvitsee usein tuekseen huolellista dokumentointia koko työskentelyprosessin ajalta. Hyviä oppilaan dokumentointitapoja ovat esimerkiksi portfoliotyöskentely ja oppimispäiväkirjan tekeminen. [14, s. 81] Portfolioon oppilas kerää prosessin aikana syntyviä materiaaleja, joita voidaan käyttää arvioinnin tukena. Oppilaalla on valta valita, mitä hän portfolioonsa laittaa, jolloin portfolio toimii myös itsearviointin tukena. Oppimispäiväkirjan pitämisellä puolestaan tarkoitetaan luennoilla, kirjallisuudessa ja projektityöskentelyssä ilmenneiden asioiden kriittistä tarkastelua oppilaan omasta näkökulmasta. Oppimispäiväkirjaa voidaan pitää myös oppilaan henkilökohtaisen reflektiivisen ajattelun apuvälineenä. [77, s. 179–180]

⁸Filosofian tohtori Anneli Eteläpelto toimii aikuiskasvatuksen professorina Jyväskylän yliopistossa.

Projektitöitä voidaan arvioida sekä ryhmä- että yksilöarvioinnilla. Usein koko ryhmä saa projektista saman arvosanan, mitä perustellaan sillä, että ryhmätyöskentelyn oppiminen on yksi tärkeä tavoite projektioppimisessa. Toisaalta henkilökohtainen arviointi voi olla oikeudenmukaisempaa, jos ryhmän eri jäsenten panostus vaihtelee huomattavasti. [77, s. 178–179]

Kokonaisuudessaan projektioppimisen arviointiin eivät sovi perinteiset arviointitavat, jotka perustuvat tiedon objektiiviseen luonteeseen. Projektioppimisen arvioinnissa on syytä painottaa edellä mainittuja, konstruktivismiin pohjautuvia arviointitapoja. [80, s. 69] Myös muun muassa esseitä ja esityksiä voidaan käyttää arvioinnin apuna [77, s. 177–178]. Opettajat ovat kokeneet projektityöskentelyn arvioinnin perinteistä arviointi työläämmäksi [5, s. 73].

2.7 Edut

Projektioppimisen hyötyjä suhteessa perinteiseen opetukseen voidaan lähestyä oppimisteoreettisesta näkökulmasta. Oppimisen ei enää nähdä tapahtuvan pelkästään kuuntelemalla ja katsomalla vaan aiemmista kokemuksista konstruoitujen ajattelu-rakenteiden avulla. Oppiminen on siis aktiivista rakentamista ja tietojen uudelleenmuotoilua. Nykyään oppimisen käsitteeseen liitetään usein myös termit tilannesidon-naisuus ja oppimisen sosiaalinen luonne. [5, s. 22, 27] Kognitivismiin ja sosiaaliseen konstruktivismiin pohjautuva projektioppiminen vastaa hyvin ryhmäpohjaisena oppimismuotona tämän päivän oppiminäkemyksiä. [13, s. 184, 203]

Toinen näkökulma projektiopetukseen hyötyihin löytyy työelämän nykyisistä kvalifikaatiovaatimuksista. Projektioppimisessa kehittyvät luontevasti seuraavat työnantajienkin arvostamat metataidot: ryhmätyötaidot, itsenäisen työskentelyn taidot, vuorovaikutustaidot, tiedonhankintataidot, itsehallinta- ja säätelytaidot, markkinointitaidot ja kansainvälisyystaidot. Perinteinen, sisältökeskeinen opetus ei vahvista samalla tavalla edellä mainittuja taitoja. [63; 80]

Prittinen on tutkinut projektioppimista ammattikorkeakoulun maisemansuunnittelun koulutusohjelmassa. Hänen mukaansa projektiopiskelussa syntyvillä tuotteilla voi olla jopa markkina-arvoa. Tarjoamalla lyhyemmän aikavälin tuotteita ja palveluita oppilaitos voi olla hyödyksi yhteiskunnalle perinteisen kasvatus- ja koulutusteh-tävänsä lisäksi. Yhteistyö oppilaitosten ja työelämän välillä lisääntyy. [63, s. 21–23]

Eteläpellon ja Tourusen mukaan projektioppiminen ammattikorkeakoulussa on vahvistanut opiskelijoiden strategista ja menetelmäosaamista. Tutkimusten mukaan opiskelijoiden ammatillinen identiteetti näytti vahvistuvan ja he pääsivät lähemmäs koulutustaan vastaavaa ammatillista yhteisöä. Osalle projektityö tuotti myös kesätyöpaikan siinä yrityksessä, mihin kehityshanke tehtiin. Projektiopintojen koettiin siis rakentavan siltaa koulun ja työelämän välille. [14, s. 83–85]

Vesterisen projektioppimista käsittelevässä tutkimuksessa etuina nousivat esiin

itsearviointi- ja vertaisarviointitaitojen kehittyminen, taito jakaa asiantuntijuutta ja tehdä moniammatillista yhteistyötä, taito luottaa toiseen ihmiseen, muutoksenhallintataitojen kehittyminen, itsetuntemuksen paraneminen, resurssien hallinnan kehittyminen sekä kyky ottaa palautetta vastaan. Myös urasuunnittelun taito näytti kehittyvän projektioppimisen myötä. Oppilaat tiedostivat paremmin omat vahvuutensa ja heikkoutensa. [80, s. 178]

Edelliset tutkimukset on tehty ammattikorkeakoulukontekstissa, joten työelämän läheisyys näkyy projekteissa. Leinon tutkimus projektioppimisesta yläkoulussa ja lukiossa toi esiin opettajien kokemuksia projektioppimisesta. Heidän mielestään projektioppimisen myötä oppilaiden omatoimisuus ja kekseliäisyys lisääntyivät, sosiaaliset ja ryhmätyötaidot paranivat, pitkäjänteisyys ja esiintymistaidot kehittyivät sekä itsenäinen tiedonhankinta sai harjoitusta. [37, s. 26]

Kolmas näkökulma projektioppimisen etuihin löytyy motivaatiosta. Eteläpellon ja Tourusen mukaan opiskelijat pitivät projektioppimista erittäin mielekkäänä ja hyödyllisenä työmuotona ja olivat valmiita sitoutumaan projekteihin. [14, s. 84] Vesterisen tutkimuksessa opiskelijat kokivat oman työn tulosten näkemisen arvokkaaksi ja palkitsevaksi. Työelämän kannalta opiskelijat pitivät vastuunottoa tärkeänä. Yhteistyö muiden opiskelijoiden, opettajien ja työelämän edustajien välillä kasvatti myös motivaatiota opiskella. [80, s. 178, 182]

Opettajille projektioppiminen tuottaa usein lisätyötä, mutta samalla se on usein perinteiseen opetukseen verrattuna palkitsevampaa ja vaihtelevampaa. Monipuoliset työtehtävät edistävät opettajien työssäjaksamista. [63, s. 25]

Leinon yläasteelle ja lukioon tekemän tutkimuksen tulokset ovat samansuuntaisia ammattikorkeakouluihin tehtyjen tutkimusten kanssa. Oppilaat olivat projektioppimisen aikana innostuneita ja tekivät työtään intensiivisesti. Opiskelun ilmapiiri ja yhteishenki parani opettajien mukaan. [37, s. 26]

Kokonaisuudessaan kaikkea nyky-yhteiskunnan tuottamaa tietomassaa ei pystytäkään pakkaamaan mihinkään opinto-ohjelmaan. Tämän vuoksi onkin tärkeää opettaa oppilaat hakemaan tarvitsemaansa tietoa nopeasti ja itsenäisesti, eikä pakottaa oppilaita opettelemaan ulkoa suuria määriä yksityiskohtaista tietoa. Projektioppiminen tukee työskentelymuotona tiedonhankintataitojen kehitystä. [46, s. 52]

2.8 Haasteet

Jo Dewey tiesi, millaisessa koulussa oppilaat oppivat tehokkaasti. Kuitenkaan tähän kouluun ei ole vielä tänäkään päivänä käytännössä päästy. Sahlbergin mukaan suurimmat ongelmat muutoksessa perinteisestä opetuksesta oppilaskeskeisempään ja yhteistoiminnallisempaan ovat aika, opetussuunnitelma, uskomukset ja opettajien rajallinen kyky oppia uutta. Nämä neljä ongelmakohtaa aiheuttavat suuria haasteita projektioppimisen laajempaan soveltamiseen. Aika voidaan nähdä kahdellakin

tapaa opettajan vihollisena. Ensinnäkin opettajien kokemuksen mukaan perinteinen opetussuunnitelman mukainen opettaminen vie niin paljon aikaa, ettei uusien ideoiden kokeilemiseen oppitunneilla jää aikaa. Toiseksi opettajille vieraiden toimintatapojen käyttäminen kuluttaa huomattavasti enemmän oppituntien suunnittelu ja valmistelu-aikaa, mitä ei ole resursoitu opettajien työaikaan. Lisäksi oman haasteensa projektioppimisen hyödyntämiseen tuo koulujärjestelmän tiukka aikasidonnaisuus. Koulut toimivat viitenä päivänä viikossa yleensä 8 ja 16 välisenä aikana. Työpäivät on jaoteltu joko 45 tai 75 minuutin jaksoihin. [69, s. 190–191]

Opetussuunnitelman voidaan nähdä kahlitsevan opetusta. Opetussuunnitelmat, samoin kuin oppimateriaalitkin, laaditaan usein opettajan työn helpottamiseksi, ei niinkään oppilaiden oppimisen näkökulmasta. Varsinkin vanhempien opetussuunnitelmien lähtökohtana on opettaja, joka siirtää opetussuunnitelman sisällön oppilaidensa päähän. Jos opetussuunnitelma painottaa asioiden omaksumista ja muistamista, se kahlitsee opetusta. Opettajien on tällöin opetettava niin, että oppilaat menestyvät perinteisissä summatiivisissa arvioinneissa. [69, s. 93–94]

Usein koulussa on vallalla edelleen behavioristiset näkemykset opettamisesta. Projektioppimisen oppilaan aktiivinen rooli tiedon jäsentäjänä on ristiriidassa perinteisten uskomusten kanssa. Opettajat on hankala saada ottamaan vastaan sellaisia ideoita, jotka ovat yhteen sopimattomia heidän tieto- ja oppimiskäsitystensä kanssa. Opettaja ei myöskään ole mekaaninen oppija, joka ottaa vastaan tietoja ja soveltaa niitä heti opetuksessaan. Uusia opetustapoja ei opi vain kirjoista lukemalla tai kursseilla istumalla. Oppiminen vaatii uusien ajatustapojen ja taitojen oppimista. [69, s. 95–97]

Itse projektiopiskelussa on havaittu myös joitakin ongelmia ja kehityskohteita. Yksi suurimmista haasteista Eteläpellon ja Rasku-Puttosen⁹ mukaan on epätasainen työnjako ryhmien sisällä. Osa oppilaista luottaa liikaa siihen, että muut hoitavat suurimman osan töistä. [13, s. 192] Ryhmän sosiaalinen ilmapiiri vaikuttaa myös työskentelyn onnistumiseen. Henkilökohtaiset ristiriidat voivat heikentää työskentelyn tasoa. [63, s. 63–64]

Projektioppimiseen pohjautuvaa työskentelyä pidetään myös hyvin vaativana työskentelymuotona. Eteläpellon ja Rasku-Puttosen tutkimuksissa kävi ilmi, että projektityöskentely vaatii oppilailta kykyä nähdä asioita useista perspektiiveistä ja kykyä ilmaista sujuvasti itseään. Jotta projektioppimisesta olisi menetelmällisesti hyötyä oppilaille, heidän pitäisi osata keskustella ideoistaan, kommunikoida selkeästi ja esittää täsmällisiä kysymyksiä aihealuista, joista he tarvitsevat lisätietoa. Oppilaiden tulisi myös tarkastella omaa näkökulmaansa kriittisesti ja vertailla muitakin vaihtoehtoja systemaattisesti. [13, s. 192]

⁹Psykologian tohtori Helena Rasku-Puttonen toimii kasvatopsykologian professorina ja vararehtorina Jyväskylän yliopistossa.

Laurisen ja Penttisen tutkimus projektityön kielellisestä vuorovaikutuksesta peruskoulussa paljasti projektiryhmien vuorovaikutuksen olevan hyvin toiminnallista ja varsinaisen teeman käsittelyn puuttuvan melkein kokonaan. Tutkimuksen mukaan työskentely painottui toiminnan ohjaamiseen ja itse teeman käsittely oli kognitiiviselta tasoltaan matalaa. [34, s. 105]

Eräs haaste projektioppimisessa on arviointi. Suomalaisessa koulujärjestelmässä suositetaan numeroarviointia, mutta projektioppimisen prosessia on haastavaa arvottaa numeroin. Opettajan ja oppilaiden välille muodostuu helposti toveruussuhde, mikä vaikeuttaa kritiikin ja huonojen arvosanojen antamista. [63, s. 64]

Leinon tutkimus yläkouluihin ja lukioihin paljasti myös joitakin konkreettisia ongelmakohtia. Suurimmat haasteet liittyivät opiskelun puitteisiin. Projektien tekeminen on haastavaa, kun omaa luokkatilaa ei aina ole saatavissa ja eri tunneilla työskennellään eri luokissa. Tällöin materiaaleja on kuljetettava luokasta toiseen, mikä rasittaa opettajaa. Toiseksi laboratorio- ja tietokonetiloja on rajallisesti käytettävissä, jolloin kokeellista työskentelyä ja sähköistä tiedonhakua joudutaan karsimaan. Mahdolliset projekteihin liittyvät opintomatkat ovat puolestaan aikaa vieviä ja usein kalliita. Muutenkin tutkimuksesta nousi esiin ajankäyttöön liittyvät ongelmat. Kaksi opettajaa mainitsi haasteista saada riittävästi materiaalia projekteja varten. [37, s. 26]

Leino nosti esiin myös joitakin muutamista vastauksista esiin tulleita ongelmia. Oppilaiden tekstinkäsittelytaitojen taso oli tutkimuksen mukaan varsinkin lukiossa melko kirjavaa ja opettajan aika ei riittänyt kaikkien ryhmien auttamiseen. Heikot opiskelijat puolestaan olivat melko saamattomia projektitöissä ja oppilaiden poissaolot projektipäivänä aiheuttivat haasteita projektien läpivientiin. Kokonaisuudessaan suurin huoli kuitenkin tuntui olevan se, etteivät kaikki oppilaat saa muodostettua riittävää kokonaiskuvaa opiskeltavasta asiasta. [37, s. 26]

Projektioppimisen eduissa korostuu työelämässä tarvittavien taitojen kehittyminen. Tuottaako projektimuotoinen opiskelu kuitenkaan kaikista projektiosaaajia? Vesterisen mukaan projektiopiskelu tuottaa hyvin eritasoisia osaaajia. Projektioppiminen ei opetusmuotona sovellu kaikille. Osa oppii projektien kautta pelkkiä yksityiskohtia, eikä itse projektityöskentelytaitoa. [80, s. 181]

Projektioppimisen hyödyt korostavat myös oppilaiden motivaation kasvua. Kuitenkin tylsä aihe saattaa olla keskeisin syy motivaation laskuun. Projektitöiden aiheet on siis valittava huolellisesti. Jos oppilaat eivät ole motivoituneita, oppimisen laatu kärsii. [63, s. 64]

2.9 Projektioppiminen matematiikassa

Vuosien 1988 ja 1992 välillä Portugalissa oli käynnissä MAT₇₈₉ – projekti, jossa kehitettiin kokeellinen opintokokonaisuus 12–15-vuotiaiden oppilaiden matematiikan

opetukseen. Opintokokonaisuuden tavoitteena oli auttaa oppilaita ymmärtämään matematiikan merkitys sekä historiassa että nykypäivänä ja lisätä oppilaiden positiivisia asenteita matematiikkaa kohtaan. Opintokokonaisuus oli oppilaskeskeinen, yhteistoiminnallinen ja ongelmaratkaisua korostava. [2, s. 42]

Artikkelissaan Paolo Abrantes kokoaa yhteen huomioitavia asioita sovellettaessa projektioppimista matematiikkaan. Abrantesin neuvot ovat peräisin edellä mainitusta Portugalin opintokokonaisuuskokeilusta. Abrantesin [2, s. 44–45] mukaan:

- Projektien täytyy rakentua aitojen ja oppilaiden kannalta merkityksellisten ongelmien ympärille.
- Kaikkia projektin vaiheita on pidettävä tärkeinä, eikä mitään vaihetta saa jättää kokonaan huomiotta. Kaikki projektin aikana kertynyt materiaali on arvokasta ja kannattaa säilyttää.
- Projektin matematiikkaan liittymättömiä näkökulmia ei kannata vähätellä, vaikka matematiikan osuutta tuleekin korostaa.
- Persoonallisiin ratkaisustrategioihin ja omaperäiseen tyyliin rohkaiseminen. Ei ole vain yhtä oikeaa ratkaisua.
- Kannattaa pitää holistinen näkemys projektityöhön.
- Työilmapiiristä tulisi luoda vapaa, mutta oppilaiden vastuunottoa on korostettava.
- Kommunikaatiota tulee korostaa.

Eräs esimerkki Portugalissa toteutetusta projektista on risteysksen liikennevalojärjestelmän suunnittelemisen. Projektityö toteutettiin pienryhmien välisenä kilpailuna 15-vuotiaille. Jokainen ryhmä työskenteli kuusi tuntia tuottaakseen ehdotuksen perusteluineen koulun lähellä olevan risteysksen liikennevalojärjestelmästä. [2, s. 43–44]

Toinen toteutettu projektityö käsitteli täydellisen luokkahuoneen suunnittelua. Noin 12-vuotiaat oppilaat työskentelivät pienissä ryhmissä tuottaakseen suunnitelman heidän mielestään täydellisestä luokkatilasta. Matematiikka tuli esiin eri perspektiiveissä piirtämisen ja mittauksen suunnittelun kautta. [2, s. 43]

Suomessa Jarkko Leino on tutkinut projektioppimista matematiikassa. Hän näkee projektioppimisessa useita etuja perinteiseen opetukseen verrattuna. Leinon mielestä matematiikkaa tulisi opettaa luonnollisessa kontekstissaan. Perinteisessä opetuksessa matemaattiset käsitteet ja operaatiot opiskellaan oppikirjasta, minkä jälkeen teoriaa sovelletaan eri kontekstissa oleviin tehtäviin. Vaikka oppilaat hallitsisivat

teoriaosuuden hyvin, heillä on vaikeuksia hahmottaa, mihin oikeassa elämässä tarvitaan matematiikkaa. [36, s. 3]

Leinon mukaan projektioppiminen myös aktivoi oppilaita ja oppilaat puolestaan pitävät enemmän aktiivisesta toiminnasta kuin opettajan kuuntelemisesta. Projektioppimisen hyödyntäminen motivoi oppilaita ja antaa heille mahdollisuuden käyttää erilaisia taitoja kuin perinteisessä opetuksessa. [36, s. 3]

Muita Leinon mielestä mainitsemisen arvoisia etuja ovat yhteistoiminnallisuus, vastuun siirtyminen opettajalta oppilaille ja projektityön tulosten esittelystä saatava esiintymiskokemus. Oppilaat joutuvat jäsenmäänsä perustelemaan luokkatovereille sitä, kuinka he ovat päässeet esittämäänsä ratkaisuun. Kokonaisuudessaan projektioppimisessa nousevat esiin kaikki konstruktivistisen oppimisnäkökuvan edut. [36, s. 3–4]

Leino kuitenkin myöntää, että projektioppimisen soveltamisessa matematiikkaan on myös ongelmia. Ensinnäkin projektioppimisen suunnittelu vie opettajilta paljon aikaa ja menetelmän ollessa uusi aikaa kuluu vielä itse menetelmän opettelemiseenkin. Opettajien on muun muassa harjoitettava projektien organisointia. Toiseksi harvat oppikirjat sisältävät projekteiksi soveltuvia tehtäviä, joten opettajien on itse kehitettävä soveltuvia tehtäviä tai käytettävä aikaa niiden etsimiseen muista lähteistä. Kolmas ongelmakohta koskee lukiota. Lukion aikataulut ovat niin joustamattomia ja tiukkoja, ettei aikaa jää kokeilemiselle. Neljänneksi erityisesti lukion opetusryhmät ovat kooltaan melko suuria, mikä vaikeuttaa muun kuin perinteisen opetuksen toteuttamista. Suurimmaksi ongelmaksi Leino kuitenkin nimeää opettajien asenteen. Perinteisen matematiikan opetuksen asema Suomessa on vielä erittäin vahva ja opettajia koulutetaan luentoja suosivissa yliopistoissa. Opettajat ovat itse omalla koulutaipaleellaan tottuneet perinteiseen opetukseen, joten kynnys kokeilla jotain muuta on suuri. [36, s. 4–5]

Leila Pehkonen¹⁰ näkee projektioppimisen hyväksi puoleksi matematiikan ja muiden tieteiden kytkeytymisen yhteen. Lähtökohtana on ympäröivä maailma, ei yksittäinen oppiaine. Oppilaat asetetaan projektityöskentelyssä realistiseen ja tilannesidonnaiseen ongelmanratkaisuympäristöön. [59, s. 117, 121]

Pehkonen esittää artikkelissaan vuonna 1990 toteutetun matematiikan projektityön peruskoulun kuudesluokkalaisille. Kyseessä oli appelsiinimehuprojekti, jossa oppilaat saivat tehtäväkseen kerätä tietoja kuudesta eri appelsiinijuomasta. Juomista selvitettiin tuotteen nimi, hinta, tilavuus, alkuperäisyyttä, pakkausmateriaali ja tuoteseloste. Saadusta aineistosta oppilaat tutkivat eri juomamerkkien yleisyyttä aineistossa ja hinnan vaihteluväliä sekä laskivat kunkin juoman litrahinnan. Lopuksi ryhmät kokosivat tuloksensa julisteen muotoon. [59, s. 118–121]

¹⁰Leila Pehkonen on väitellyt vuonna 2001 Helsingin yliopiston kasvatustieteen laitoksella aiheenaan projektityöskentelyn käsitteellinen viitekehys.

Projektin aikana pohdittiin yhteisesti muun muassa sitä, minkä takia jotkin me-humerkit olivat muita yleisempiä oppilaiden keräämässä aineistossa, miksi joissain merkeissä hintojen vaihteluväli oli suuri, minkä takia tiivistemehujen ja tuoreme-hujen litrahinnat poikkesivat toisistaan, mitä mehupakkauksia voitiin kierrättää ja miten pakkaus vaikutti mehun hintaan. Kokonaisuudessaan projektissa nousi esiin tilastomatematiikan ja geometrian lisäksi monia eettisiä näkökulmia, kuten esimer-kiksi kierrätys ja tuotteiden hintaan vaikuttavat tekijät. [59, s. 118–121]

Pehkonen nostaa esiin projektioppimisen ongelmana systemaattisen, oppiaineen rakenteen mukaan etenemisen mahdottomuuden. Toisena ongelma Pehkonen mu-kaan on projekteissa tarvittaman matematiikan yksinkertaisuus. Esimerkiksi funk-tioita ja yhtälöitä harvemmin käytetään täsmällisesti projekteissa. Projekti hyödyn-tävät yleensä vain tilastoja, kuvaajia, suhteita ja mittakaavoja sekä geometriaa ja trigonometriaa. [59, s. 121]

Yhdysvaltalaisten Yetkinerin, Anderoglun ja Capraron tutkimusten mukaan pro-jektioppimisen soveltamisella matematiikkaan on useita etuja perinteiseen opetuk-seen verrattuna. Oppilaiden ongelmanratkaisu- ja yhteistyökyvyt ovat kehittyneet, aihepiirin ymmärrys lisääntynyt ja asenteet matematiikkaa kohtaan ovat parantu-neet projektioppimisen myötä. Ongelmakohtiakin kuitenkin on. Oppilaat tarvitsivat enemmän työkaluja omien tutkimustensa tekoon. Opettajat puolestaan kamppaile-vat ajallisesti oppilaiden omien tutkimusten ja opettajaajohtoisen tiedon välittämi-sen välillä. Projektioppimisen hyödyntämistä rajoittavat koulujen riittämättömät re-surssit ja jäykät aikataulut. Pääsyy projektioppimisen ongelmiin on tutkimustiedon vähyys. Opettajat tarvitsivat teoriapohjaa opetukseensa projektiympäristössä. [84]

Projektioppimisen periaatteita on hyödynnetty myös Etelä-Afrikan uudessa, ma-temaattista luku- ja kirjoitustaitoa käsittelevässä opetussuunnitelmassa. Vithal on tutkinut projektioppimista omassa työssään opettajaopiskelijoiden kouluttajana. Tut-kimus on tehty Etelä-Afrikassa, mutta tutkimuskonteksti on skandinaavinen. Vitalin mukaan projektioppimisessa on keskeistä ongelmakeskeisyys, oppilaslähtöisyys, mo-nitieteellisyys ja yksittäisiin esimerkkitilanteisiin keskittyminen. Projektioppiminen tarjoaa oppilaille mahdollisuuden osallistua monitieteelliseen projektiin, jossa he voi-vat kokea matematiikan hyödyntämisen edut ja rajoitukset luonnollisessa konteks-tissa. Projektioppiminen mahdollistaa yhteistyön sekä erilaisissa koulun sisäisissä yhteisöissä että koulun ulkopuolella. Matematiikkaa näyttäytyy aivan uutena työka-luna perinteiseen opetukseen verrattuna. [82]

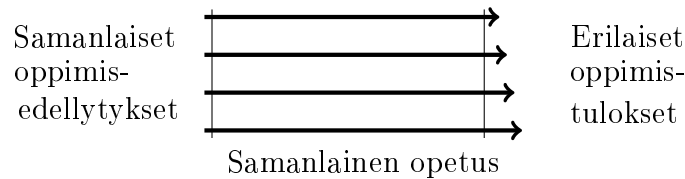
2.10 Eriyttäminen projektioppimisena

Opetuksen eriyttämisellä tarkoitetaan opetuksen tekemistä erilaiseksi niin, että jo-kaisten oppilaan yksilöllisistä ominaisuuksista riippuen oppilaisiin suunnataan erilai-sia opetusärsykeitä. Toisin sanoen oppilaan kohtaamat opetusjärjestelyt riippuvat

oppilaan ominaisuuksista. Termillä eheyttäminen puolestaan tarkoitetaan opetusjärjestelyjen kokoamista oppilaiden kokonaiskehityksen edistämiseksi. Eriyttäminen ja eheyttäminen muodostavat yhdessä kokonaisuuden, joka ideaalitapauksessa on tasapainossa. Eriyttäminen saattaa pirstoa opetusta, jolloin tarvitaan opetusta integroivia toimenpiteitä eli eheyttämistä. [81, s. 9–10]

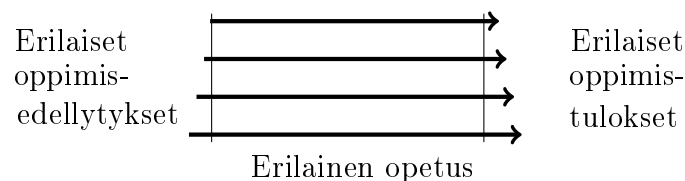
Eriyttämisjärjestelyt voidaan pääsääntöisesti jakaa kahteen ryhmään: organisatoriseen eriyttämiseen ja opetukselliseen eriyttämiseen. Organisatorinen eriyttäminen on ulkoista eriyttämistä eli oppilaista muodostetaan erikseen opettavia ryhmiä. Opetuksellinen eriyttäminen tapahtuu puolestaan koululuokan sisällä erilaisin pedagogisin järjestelyin, jolloin opettaja huomioi erilaisia metodeja käyttäen oppilaiden yksilölliset piirteet. [81, s. 13]

Eriyttämättömän opetuksen käytännön mallissa oletetaan kuvan 2.7 mukaisesti, että kaikki oppilaat luokassa ovat oppimisedellytyksiltään samanlaisia, mutta oppimistulokset ovat samanlaisesta opetuksesta huolimatta erilaisia. Käytännössä tämä näkyy perinteisenä luokahuoneopetuksena ja erilaisina todistusarvosanoina. [81, s. 10–11]



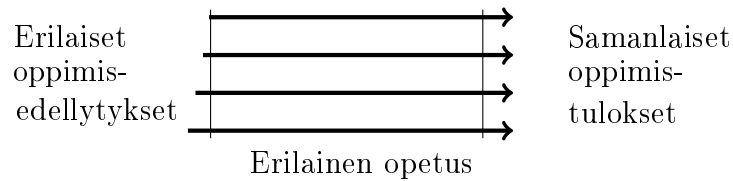
Kuva 2.7: Eriyttämätön opetus käytännössä [81, s. 11].

Kuvan 2.8 mukainen eriytetyn opetuksen malli perustuu siihen, että kaikki oppilaat ovat erilaisia oppimisedellytyksiltään. Opetuksessa on huomioitava nämä erot. Jokaisella oppilaalla on oma tavoitetasonsa ja samanlaisiin oppimistuloksiin ei edes pyritä. [81, s. 12]



Kuva 2.8: Eriytetty opetus [81, s. 11].

On kuitenkin olemassa myös toinen eriyttämisen malli, joka esitellään kuvassa 2.9. Mallin lähtökohtana ovat edelleen oppilaiden oppimisedellytysten erilaisuus, mutta nyt pyrkimyksenä on erilaisten opetusjärjestelyjen avulla päästä samoihin oppimistuloksiin kaikkien osalta. [81, s. 12]



Kuva 2.9: Eriytetyn opetuksen ihannemalli [81, s. 12].

Opetuksen eriyttämistä lahjakkaiden oppilaiden osalta on kokeiltu menestyksekkäästi projektioppimisen avulla. Kokeilu noudattaa kuvan 2.8 mukaista eriyttämisen mallia ja kyseessä on organisatorinen eriyttäminen. Vuosina 1995–1996 toteutettiin Ideasilta-projekti, jonka avulla etsittiin sopivia opetusmalleja luonnontieteellisesti lahjakkaiden yläasteikäisten oppilaiden opettamiseen. Projekti toteutettiin yhteistyössä Helsingin kaupungin opetusviraston ja Helsingin yliopiston välillä. Projektiin osallistui 16:sta eri helsinkiläiskoulusta lahjakkaita oppilaita. Oppilaat tutustuivat Helsingin yliopiston laitoksiin, tiedekeskus Heurekaan ja tähtitieteelliseen yhdistykseen Ursaan sekä tekivät pienryhmissä projektin valitsemaansa tutustumiskohteen. Projektin lopuksi pidettiin Ideasilta-messut, joissa oppilaat saivat esitellä projektitoitään. Kokonaisuudessaan Ideasilta-projekti kesti oppilaiden osalta syyskuun alusta 1995 maaliskuuhun 1996. Tänä aika projektiin valitut oppilaat opiskelivat yläkouluissaan normaalisti muutamia poissaoloja lukuun ottamatta. [61]

Yleisesti oppilaat olivat tyytyväisiä projektipaikkaan, projektiaiheeseen ja työhön tuloksiin. Uusia tuttavuuksia sekä opittuja tietoja ja taitoja osattiin arvostaa. Tutustumiskäyntejä pidettiin myös mielenkiintoisina. [61, s. 39]

Lahjakkaiden oppilaiden opettajat peruskouluissa olivat yleisesti ottaen tyytyväisiä Ideasilta-projektiin. Oppilaiden innostus, itseluottamus ja opiskelutaidot tuntuivat kehittyvän. Kritiikki kohdistui tiedonkulkuun ja joissain kouluissa lahjakkaiden oppilaiden poissaoloihin normaalista opetuksesta. [61, s. 43–45]

Ohjaajat yliopiston laitoksilla ja Heurekassa kokivat projektin positiivisena ja pitivät tärkeänä sillan rakentamista lahjakkaiden oppilaiden ja yliopisto-opiskelun välille. Laitokset saivat projektin kautta myönteistä julkisuutta ja eräs ohjaaja sai jopa oppimateriaalia Ideasilta-oppilaiden tuotoksista. Kaikki ohjaajat olivat projektin jälkeen valmiita jatkamaan samantapaisissa projekteissa. [61, s. 46–53]

3. PERUSOPETUKSEN OPETUSSUUNNITELMAN PERUSTEET MATEMATIIKASSA PROJEKTIOPPIMISEN NÄKÖKULMASTA

Luvussa tutustutaan yleisesti opetussuunnitelman perusteisiin sekä tarkemmin vuoden 2004 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteisiin ja vuoden 2016 perusteluonnoksiin. Tarkastelun pääpaino on opetussuunnitelman projektioppimiseen tarjoamissa mahdollisuuksissa.

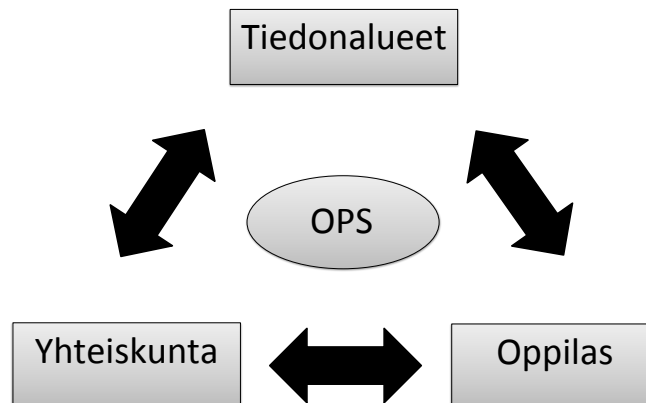
3.1 Opetussuunnitelman perusteet ja opetussuunnitelma yleisesti

Opetussuunnitelma on Hirsjärven mukaan "etukäteissuunnitelma kaikista niistä toimista, joilla pyritään toteuttamaan koululle asetetut kasvatustavoitteet". Opetussuunnitelma-termin englanninkielisellä vastineella curriculum on aiemmin tarkoitettu lapsen oppimiskokemusten suunnittelua. Curriculum-ajattelussa opetussuunnitelma on opettajien laatima ja se ohjaa opettajia järjestämään tarkoituksenmukaisia oppimistilanteita. Saksankielinen vastine Lehrplan puolestaan tarkoittaa oppiaineiden ja oppiaineiden esittämisen pohjalta laadittua opetussuunnitelmaa. Suomenkielen opetussuunnitelma käsite on lähempänä saksalaista Lehrplania kuin englantilaista curriculumia. [20, s. 132]

Suomessa opetussuunnitelman perusteet laatii Opetushallitus. Opetushallitus on opetuksen kehittämisvirasto, joka vastaa esi- ja perusopetuksen, aamu- ja iltapäivätoiminnan, lukiokoulutuksen, ammatillisen peruskoulutuksen, aikuiskoulutuksen, vapaan sivistystyön sekä taiteen perusopetuksen kehittämisestä. Opetussuunnitelman perusteilla tarkoitetaan määräystä, joka velvoittaa koulutuksen järjestäjän sisällyttämään tietyt opetuksen tavoitteet ja keskeiset sisällöt koulu- ja järjestäjäkohitteeseen opetussuunnitelmaan. [47]

Opetussuunnitelmaan vaikuttavat tekijät eli determinantit voidaan jaotella kolmeen osa-alueeseen: yhteiskunta, oppilas ja tiedonalueet. Näiden tekijöiden erilaiset painotukset vaikuttavat opetussuunnitelman muotoon ja sisältöihin. [20, s. 132] Jos opetussuunnitelma painottaa yhteiskuntaa, päähuomio on oppilaan sosiaalista-

misessa yhteiskunnan jäseneksi. Tiedonaluepainotteinen opetussuunnitelma puolestaan korostaa opetettavien tiedonalojen sisältöjen opettamista. Oppilaspainotteisessa opetussuunnitelmassa tärkeintä on oppilaan henkilökohtaisen kehityksen edistäminen. Jokainen opetussuunnitelma sijoittuu johonkin kohtaan kuvan 3.1 mukaista avaruutta. Opetussuunnitelma voi olla yhtä kaukana kaikista determinanteista tai sijoittua lähelle jotain ideaalityyppiä. [21, s. 258]



Kuva 3.1: Opetussuunnitelman determinantit [38, s. 132].

Opetussuunnitelman perusteiden pohjalta kunta tai muu opetuksen järjestäjä laatii paikallisen opetussuunnitelman. Koska oppilaalla on perusopetuslain mukainen oikeus saada opetussuunnitelman mukaista opetusta ja ohjausta koulun työpäivinä, jokaisella perusopetusta antavalla kunnalla ja sitä kautta koululla on oltava opetussuunnitelma. Kunnan opetussuunnitelma jakautuu yleensä kahteen osaan: osioon, jota kaikki kunnan koulut noudattavat ja koulukohtaisiin osioihin, jotka ovat koulujen itsensä laatimia. Paikallinen opetussuunnitelma on julkinen asiakirja ja sekä huoltajilla että oppilailla on mahdollisuus vaikuttaa sen sisältöön. [47] Koulukohtaisen opetussuunnitelman laadinnassa opettajilla on erittäin keskeinen rooli. Kun opettajat osallistuvat itse suunnitteluprosessiin, he myös toteuttavat suunnitelmaa omassa toiminnassaan. [31, s. 211]

Kosken ja Huusken [31] mukaan opetussuunnitelmatasoja on perinteisesti neljä: kirjoitettu opetussuunnitelma, tarkoitettu opetussuunnitelma, toimeenpantava ja toimeenpantava opetussuunnitelma sekä toteutunut ja oppilaan kokemaa opetussuunnitelmaa. Kirjoitetulla opetussuunnitelmalla tarkoitetaan opetussuunnitelman valtakunnallisia perusteita ja kunnan opetussuunnitelmaa. Tarkoitettu opetussuunnitelma puolestaan on koulun työsuunnitelma. Toimeenpantava ja toimeenpantava opetussuunnitelma tarkoittaa opettajan omaa suunnitelmaa. [31, s. 203] Opetushallituksen vuonna 2000 tekemän selvityksen mukaan kirjoitettu opetussuunnitelma ei juurikaan ohjaa käytännön opetustyötä. Perinteinen opettajajohtoinen opetus on tutkimuksen

mukaan yllättävän yleistä ja opetussisällöt pohjautuvat lähinnä oppimateriaaleihin, ei opetussuunnitelmaan. [30, s. 184–185]

Opetussuunnitelmat uudistuvat tällä hetkellä noin kymmenen vuoden välein. [49; 50; 51] Miksi muutosta tarvitaan? Koulua ympäröivä yhteiskunta muuttuu jatkuvasti ja samalla koulun arvoperusta ja tehtävä suhteessa yhteiskuntaan saavat uusia näkökulmia. Arjessa ja työelämässä vaadittavan osaamisen muuttuminen pakottaa kehittämään opetuksen sisältöä, pedagogiikkaa ja toimintakulttuuria. Oppimis- ja tiedonnäkemykset ovat muuttuneet valtavasti viimeisen 50-vuoden aikana. [17]

3.2 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet

Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteissa määritellään perusopetuksen arvo-perusta ja tehtävä, opetuksen rakenne, työtä ohjaavat oppimiskäsitykseen, oppimisympäristöön, toimintakulttuuriin ja työtapoihin liittyvät periaatteet, oppiaineiden ja aihekokonaisuuksien tavoitteet ja keskeiset sisällöt, oppilaan ohjaukseen, tukemiseen ja arviointiin sekä oppilashuoltoon ja kodin ja koulun yhteistyöhön liittyvät toimintalinjat. Opetussuunnitelman perusteet pohjautuvat opetusta koskevaan lainsäädäntöön: perusopetuslakiin (628/1998) ja perusopetusasetukseen (852/1998) sekä valtioneuvoston asetukseen perusopetuksen valtakunnallisista tavoitteista ja tuntijaosta (1435/2001, uusi asetus 422/2012). Perusteiden tarkoituksena on turvata koulutuksen perusoikeuksien, kuten opetuksellinen yhtenäisyyden, tasa-arvon, laadun ja oikeusturvan, toteutuminen. Opetushallitus myös valvoo opetussuunnitelman perusteiden toiminnallisia vaikutuksia. [47]

Suomen tähänastisessa historiassa on ollut kuusi valtakunnallista peruskoulutusta koskevaa opetussuunnitelmaa: Maalaiskansakoulun opetussuunnitelma 1925, Varsinaisen kansakoulun opetussuunnitelma 1952, Peruskoulun opetussuunnitelman perusteet 1970, 1985 ja 1994 sekä Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004. [67] Vuoden 1925 herbartilaisen taustan omaava maalaiskansakoulun opetussuunnitelma on lähinnä tiedonaluepainotteista opetussuunnitelmaa, vuoden 1952 reformipedagogiikkaan pohjautuva kansakoulun opetussuunnitelma puolestaan lähestyy yhteiskuntapainotteista ja vuoden 1970 peruskoulun opetussuunnitelman perusteet oppilaspainotteista ideaalia. [21, s. 258]

Peruskoululain puitelaki hyväksyttiin vuonna 1968 ja peruskouluasetus annettiin 1970. Siirtymäaika kansakoulusta peruskouluun kesti vuoteen 1977 asti. [43, s. 50–53] Vuoden 1970 peruskoulun opetussuunnitelman perusteiden oppimisenäkemys on behavioristinen ja itse opetussuunnitelman perusteet koostuvat kahdesta osasta: lapsen kehityksen tavoitteista ja koulukasvatuksen yleisistä periaatteista sekä oppiainekohdaisista tavoitteista ja oppisisällöistä. [55; 56]

Vuoden 1985 peruskoulun opetussuunnitelman suurin muutos aiempiin opetussuunnitelmiin verrattuna on keskusjohtoisuuden hajaantuminen. Opetussuunnitel-

man perusteet ovat vain ohjausväline varsinaisten, kuntakohtaisten opetussuunnitelmien laatimista varten. [48, s. 7–8]

Vuoden 1994 peruskoulun opetussuunnitelman perusteissa on keskeistä opettajien näkökulman näkyminen opetussuunnitelmatyössä. Keskusjohtoisesta mallista on siirrytty entistä enemmän koulukohtaiseen opetussuunnitelma-ajatteluun. Vuoden 1994 opetussuunnitelman perusteet esittävät vain oppiaineiden tavoitteet ja keskeiset sisällöt, ei vuosikohtaista sisältöluetteloa. Opetussuunnitelma antaa opettajille aiempia suunnitelmia enemmän pedagogista vapautta. Oppimiskäsityksessä on siirrytty behaviorismista konstruktivismiin. Oppilas nähdään aktiivisena toimijana ja oman tietorakenteensa jäsentäjänä. Opettaja puolestaan on entistä enemmän oppimisympäristöjen suunnittelija ja oppimisen ohjaaja. [49, s. 8–10]

3.2.1 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004

Vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteiden arvopohjana ovat ihmisoikeudet, tasa-arvo, demokratia, luonnon monimuotoisuuden kunnioittaminen, ympäristön elinkelpoisuuden säilyttäminen ja monikulttuurisuuden hyväksyminen. Perusopetuksen tehtävänä on edistää yksilön oikeuksien ja vapauksien kunnioittamista, yhteisöllisyyttä ja vastuuta. Opetuksen on perustuttava suomalaiseen kulttuuriin ja huomioitava kaksi kansalliskieltä, kaksi kansankirkko, saamelaiden oikeudet alkuperäiskansana ja kansalliset vähemmistöt. [50]

Vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteet pohjautuvat oppimisnäkemykseen, jonka mukaan "oppiminen ymmärretään yksilölliseksi ja yhteisölliseksi tietojen ja taitojen rakennusprosessiksi, jonka kautta syntyy kulttuurinen osallisuus". Oppimisnäkemyksessä korostuu tavoitteellinen opiskelu sekä itsenäisesti ja opettajan ohjauksessa että yhdessä vertaisryhmän kanssa, elinikäisessä oppimisessa tarvittavien taitojen oppiminen, oppimisen tilannesidonnaisuus, oppilaan aktiivinen rooli, ongelmanratkaisu ja yhteistoiminnallisuus. Oppiminen nähdään seurauksena oppilaan tavoitteellisesta toiminnasta, jossa hän aiempien tietorakenteidensa pohjalta tulkitsee ja käsittelee opittavaa ainesta. [50, s. 18]

Kokonaisuudessaan opetussuunnitelman perusteiden oppimisnäkemys vastaa tämän päivän oppimisteoreettisia käsityksiä. Näkemyksessä on havaittavissa viitteitä kognitiivisiin oppimisen teorioihin, konstruktivismiin, sosiaalisen konstruktivismiin ja sosiokulttuuriseen näkökulmaan. Verrattaessa opetussuunnitelman perusteiden oppimisnäkemystä projektioppimisen periaatteisiin havaitaan projektioppimisen täyttävän perusteiden oppimisnäkemystä koskevat vaatimukset. Projektioppimisen teoreettista taustaa kuvaavat hyvin seuraavat opetussuunnitelman perusteiden [50, s. 18–19] konstruktivistista oppimisnäkemystä koskevat otteet:

"Oppiminen on seurausta oppilaan aktiivisesta ja tavoitteellisesta toiminnasta,

jossa hän aiempien tietorakenteidensa pohjalta käsittelee ja tulkitsee opittavaa ainesta.”

”Oppiminen on tilannesidonnaista.”

*”Oppiminen on kaikissa muodoissa aktiivinen ja päämääräsuuntautunut, itse-
näistä tai yhteistä ongelmanratkaisua sisältävä prosessi.”*

Edellä mainituista otteista viimeinen nostaa esiin konstruktivismin periaatteiden lisäksi ongelmaperustaisuuden, mikä on tärkeä osa myös projektioppimista [60, s. 2–3].

Sosiaalinen konstruktivismi ja projektioppimisessäkin keskeisessä osassa oleva yhteistoiminnallisuus korostuvat seuraavissa opetussuunnitelman perusteiden [50, s. 18–19] otteissa:

”Yksilöllistä oppimista tukee vastavuoroisessa yhteistyössä tapahtuva oppiminen.”

”Oppiminen tapahtuu tavoitteellisena opiskeluna erilaisissa tilanteissa itsenäisesti, opettajan ohjauksessa sekä vuorovaikutuksessa opettajan ja vertaisryhmän kanssa.”

Projektioppiminen kannustaa yhteiskunnassa, työelämässä ja opiskelussa tarvittavien metataitojen oppimiseen pelkän oppiaineen sisällön opiskelun lisäksi [63, s. 24–25]. Samoin tekevät myös opetussuunnitelman perusteet [50, s. 18–19] seuraavissa otteissa:

”Opittaessa avautuu uusia mahdollisuuksia ymmärtää kulttuuria ja kulttuurin sisältämiä merkityksiä sekä osallistua yhteiskunnan toimintaan.”

”Opittavana on uuden tiedon ja uusien taitojen lisäksi oppimis- ja työskentelytavat, jotka ovat elinikäisen oppimisen välineitä.”

”Työtapojen tehtävänä on kehittää oppimisen, ajattelun ja ongelmanratkaisun taitoja, työskentelytaitoja ja sosiaalisia taitoja sekä aktiivista osallistumista.”

Opetussuunnitelman perusteissa määritellään opetuksessa käytettävät työtavat. Opettajalla on vapaus valita käyttämänsä työtavat, mutta niiden tulee olla monipuolisia, kullekin oppiaineelle ominaisia sekä oppimisen, ajattelun ja ongelmanratkaisuntaitoja kehittäviä. Työtapojen on tuettava oppilaan työskentelytaitojen ja sosiaalisten taitojen kehittymistä sekä tieto- ja viestintätekniikan hallinnan parantumista. [50, s. 19]

Opetussuunnitelman perusteiden [50, s. 18–19] suositustyötavoissa korostuu pyrkimys sosiaalisen konstruktivismin mukaiseen oppimiseen ja metataitojen kehittämiseen – samoin kuin projektioppimisenkin. Seuraavassa on ote opetussuunnitelman perusteiden työtapoja koskevasta luvusta:

”Työtapojen valinnan perusteita ovat, että ne virittävät halun oppia, aktivoivat työskentelemään tavoitteellisesti, kehittävät tiedon hankkimisen, soveltamisen ja arvioimisen taitoja, tukevat oppilaiden keskinäisessä vuorovaikutuksessa tapahtuvaa oppimista, edistävät sosiaalista joustavuutta, kykyä toimia rakentavassa yhteistyössä sekä vastuun kantamista toisista, kehittävät valmiuksia ottaa vastuuta omasta oppimisesta, arvioida sitä sekä hankkia palautetta oman toiminnan reflektointia varten, auttavat oppilasta tiedostamaan omaa oppimistaan sekä mahdollisuuksiaan vaikuttaa siihen ja kehittävät oppilaan oppimisstrategioita ja taitoja soveltaa niitä uusissa tilanteissa.”

Opetussuunnitelman perusteiden ote nostaa esiin motivaation ja jatkuvan reflektoinnin merkityksen oppimisessa. Työtapojen tulisi olla oppilaskeskeisiä ja opettaja-johtoisen opetuksen tulisi korvautua yhteistoiminnallisilla menetelmillä.

Vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteet myös vaativat, että opetussuunnitelmassa on oltava kuvaus siitä, kuinka koulun toiminnan tasolla tehdään yhteistyötä paikallisen työ- ja elinkeinoelämän kanssa. Opetussuunnitelman perusteiden mukaan yhteistyö muodostuu työelämän edustajien vierailuista kouluissa, tutustumiskäynneistä työpaikoilla, projektitöistä, tiedotusmateriaalien käytöstä ja työelämään tutustumisista. [50, s. 23]

Matematiikka

Opetussuunnitelman perusteiden 2004 matematiikkaa käsittelevä osuus jakautuu vuosiluokkiin 1–2, 3–5 ja 6–9. Kukin eri vuosiluokkia käsittelevä osuus jakautuu vielä tavoitteisiin, keskeisiin sisältöihin ja kuvaukseen oppilaan hyvästä osaamisesta siirryttäessä seuraavaan vuosiluokkaan tai päättöarvioinnin kriteereihin arvosanalle 8. Opetussuunnitelman perusteet esittelee keskeiset sisällöt jaoteltuna eri matematiikan osa-alueisiin. Tässä diplomityössä käsitellään vain vuosiluokkien 6–9 matematiikan osuutta. [50, s. 158–167]

Projektioppimisessa korostuu koulun ja arkielämän yhteys sekä oppimisen tilanekeskeys [6, s. 371]. Seuraavat opetussuunnitelman [50, s. 158, 163] virkkeet tukevat opiskeltavan aineksen liittämistä arkielämään:

”Arkipäivän tilanteissa eteen tulevia ongelmia, joita on mahdollista ratkoa matemaattisen ajattelun tai toiminnan avulla, tulee hyödyntää tehokkaasti.”

”Vuosiluokkien 6–9 matematiikan opetuksen ydintehtävänä on – – tarjota riittävät perusvalmiudet. Perusvalmiuksiin kuuluvat arkipäivän matemaattisten ongelmien mallintaminen, matemaattisten ajattelumallien oppiminen –.”

Vuosiluokilla 6–9 oppilaan tulee opetussuunnitelman perusteiden [50, s. 163] tavoitteiden mukaan oppia näkemään matematiikan ja reaali maailman välisiä yhteyksiä.

Päätösarvioinnin kriteerit [50, s. 166] puolestaan vaativat, että arvosanan 8 ansaitseva oppilas osaa:

”muodostaa yksinkertaisesta arkielämään liittyvästä ongelmasta yhtälön ja ratkaista sen algebrallisesti tai pääättelemällä”

”käyttää yhtälöparia yksinkertaisten ongelmien ratkaisemiseen”

”käyttää verrantoa, prosenttilaskua ja muita laskutoimituksia arkielämässä eteen tulevien ongelmien ratkaisemisessa.”

Arkielämän ja koulun välisen yhteyden lisäksi projektioppiminen korostaa erilaisten opiskelussa ja myöhemmin työelämässä tarvittavien taitojen oppimista [63, s. 24–25]. Opetussuunnitelman perusteissa [50, s. 163] tavoitteet metataitojen oppimisesta käyvät ilmi seuraavissa virkkeissä:

”Oppilas oppii – – ottamaan vastuun omasta oppimisestaan matematiikassa.”

”Oppilas oppii – – soveltamaan erilaisia menetelmiä tiedon hankintaan ja käsittelyyn.”

”Oppilas oppii – – ilmaisemaan ajatuksensa yksiselitteisesti ja perustelemaan toimintaansa ja päätelmiään.”

”Oppilas oppii – – esittämään kysymyksiä ja päätelmiä havaintojen perusteella.”

”Oppilas oppii – – näkemään säännönmukaisuuksia.”

”Oppilas oppii – – työskentelemään keskittyneesti ja pitkäjänteisesti sekä toimimaan ryhmässä.”

Opetussuunnitelman perusteiden [50, s. 164–165] keskeisissä sisällöissä vaaditaan oppittavaksi:

”loogista ajattelua vaativia toimintoja, kuten luokittelua, vertailua, järjestämistä, mittaamista, rakentamista, mallintamista, sääntöjen ja riippuvuuksien etsimistä sekä niiden esittämistä”

”tietojen kerääminen, muuntaminen ja esittäminen käyttökelpoisessa muodossa”

Päättöarvioinnin kriteerit arvosanalle 8 määrittelevät, että kyseisen arvosanan ansaitseva oppilas osaa "arvioida tuloksen järkevyyttä sekä tarkastaa ratkaisunsa eri vaiheet". [50, s. 166]

Eheyttävät aihekokonaisuudet

Vuoden 2004 Perusopetuksen opetussuunnitelmassa on alaotsikko eheyttäminen ja aihekokonaisuudet. Kyseinen luku jakautuu seitsemään eri osaan:

1. Ihmisenä kasvaminen
2. Kulttuuri-identiteetti ja kansainvälisyys
3. Viestintä ja mediataito
4. Osallistuva kansalaisuus ja yrittäjyys
5. Vastuu ympäristöstä, hyvinvoinnista ja kestävästä tulevaisuudesta
6. Turvallisuus ja liikenne
7. Ihminen ja teknologia

Eheyttävien aihekokonaisuuksien tarkoituksena on ilmiöiden tarkastelu eri tieteenalojen näkökulmista kokonaisuuksia rakentaen. Niiden sisällöt liittyvät useisiin eri oppiaineisiin ja tämän vuoksi niitä tuleekin käsitellä useissa oppiaineissa. [50, s. 38–43]

Opetussuunnitelman perusteet eivät määrää eheyttävien aihekokonaisuuksien sijoittamisesta matematiikkaan, mutta kokonaisuudet luovat aihepiirejä mahdollisiin matematiikan projektitöihin [50]. Vaikka esimerkiksi Tampereen kaupungin perusopetuksen opetussuunnitelma määrittelee matematiikan opetuksen ainejakoiseksi ja sisältöalueiden opiskeluun keskittyväksi, kaikki aihekokonaisuudet kulttuuri-identiteettiä ja kansainvälisyyttä lukuun ottamatta voidaan sisällyttää jossain määrin opetussuunnitelman mukaiseen matematiikan opetukseen. [73]

3.2.2 Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2016

Asetus perusopetuslaissa tarkoitetun opetuksen tavoitteista ja perusopetuksen tuntijaosta annettiin 28.6.2012. Asetuksen pohjalta Opetushallitus on käynnistänyt opetussuunnitelman perusteiden valmistelun esiopetusta, perusopetusta ja lisäopetusta koskien. Opetussuunnitelman perusteiden tulee niiden valmisteluun määritetyn aikataulun mukaan olla valmiina vuoden 2014 loppuun mennessä. [51]

Koska uusia, vuoden 2016 perusopetuksen opetussuunnitelman perusteita ei ole vielä julkaistu, tässä diplomityössä käsitellään perusteiden luonnoksia. Puhuttaessa vuoden 2016 opetussuunnitelman perusteista tarkoitetaan siis perusteluonnoksia.

Opetussuunnitelman perusteiden uudistamisella tavoitellaan parempia edellytyksiä koulun kasvatustyölle, kaikkien oppilaiden mielekkäälle oppimiselle ja kestäväälle tulevaisuudelle. Opetussuunnitelman perusteluonnokset korostavat oppimisen jatkumoa esiopetuksesta toiselle asteelle. Oppijan kehitysvaiheet pyritään huomioimaan aiempaa paremmin. Uudet opetussuunnitelman perusteet vahvistavat oppiaineiden välistä yhteistyötä, jotta oppilaiden tulevaisuudessa tarvitsema laaja-alainen osaaminen kehittyisi. Perusopetuksen sisältöjä karsitaan, jolloin kiireettömälle etenemiselle jää enemmän aikaa. Paikalliselle pedagogiselle kehittämiselle annetaan uudessa opetussuunnitelmassa entistä enemmän tilaa. [51]

Vuoden 2016 opetussuunnitelman perusteiden arvopohjana on jokaisen oppilaan ainutlaatuisuus ja oikeus hyvään opetukseen, demokratia, tasa-arvo, kulttuurinen moninaisuus ja kestävä elämäntapa. Perusopetuksen tulee tukea oppilaan kasvua ihmisyyteen ja sivistykseen. [52, s. 9–10]

Opetussuunnitelman perusteiden takana oleva oppimisenäkemyks korostaa oppilaan roolia aktiivisena toimijana. Oppimisenäkemyskeskeistä on reflektointi, kehollisuus, yhteistoiminnallisuus, motivaation ja tunteiden huomioiminen, kontekstuaalisuus, itseohjautuvuus, ongelmalähtöisyys ja elinikäinen oppiminen. Työtapojen valinnassa korostuu oppilaslähtöisyys ja monipuolisuus. Työtapojen on tuettava sisällön oppimisen lisäksi oppimisessa ja työelämässä tarvittavien metataitojen oppimista. Vuorovaikutus ja yhteistoiminnallisuus korostuvat suositelluissa työskentelytavoissa. Kokemuksellisuus ja toiminnallisuus mahdollistavat oppimisen ilon ja onnistumisen kokemukset eri ikäisillä oppilailla. Työtapasuositukset korostavat myös eriyttämistä, eheyttämistä sekä tieto- ja viestintäteknologian monipuolista käyttöä. [52, s. 9–10, 24–25]

Uusien opetussuunnitelman perusteiden oppimisenäkemyskeskeisessä ja työtavoissa korostuvat vastaavat asiat, mitkä ovat keskeisiä myös projektioppimisessa. Uusi oppimisenäkemys ja työtavat helpottavat projektioppimisen soveltamisen yläkoulun opetukseen.

Matematiikka

Opetussuunnitelman perusteiden luonnoksissa vuosiluokkien 7–9 matematiikka jaotellaan oppiaineen opetuksen tavoitteisiin, oppiaineen tavoitteisiin liittyviin sisältöalueisiin, oppiaineen opetusympäristöihin ja työtapoihin liittyviin tavoitteisiin, oppiaineen ohjaukseen ja tukeen sekä oppimisen arviointiin. Arviointi jakautuu oppilaan oppimisen arviointiin oppiaineessa ja oppiaineen päättöarvioinnin kriteereihin arvosanalle 8. [53, s. 121–130]

Opetussuunnitelman perusteluonnokset [53, s. 121] korostavat projektioppimisen ideologian mukaisesta konkreettisuutta ja matematiikan yhteyttä arkielämään seuraavasti:

”Opetus ohjaa oppilasta ymmärtämään matematiikan hyödyllisyyden omassa elämässään ja laajemmin yhteiskunnassa. Opetus kehittää oppilaan kykyä käyttää ja soveltaa matematiikkaa monipuolisesti.”

Opetuksen yhtenä tavoitteena opetussuunnitelman perusteluonnosten [53, s. 121–122] mukaan on:

”innostaa oppilaita löytämään ja hyödyntämään matematiikkaa omassa elämässään”

”Rohkaista oppilasta soveltamaan matematiikkaa muissa oppiaineissa ja ympäröivässä yhteiskunnassa.”

Matematiikan yhteys muihin oppiaineisiin ja arkielämään on vahvasti esillä perusteluonnoksissa. Matematiikka ei enää ole irrallista, matematiikan tunneilla tapahtuvaa toimintaa, vaan enemmän yleishyödyllinen työkalu arkipäivän ongelmiin.

Opetussuunnitelman perusteluonnokset [53, s. 121–122] painottavat projektioppimisen ohella seuraavia oppimisen ja työelämän taitoja matemaattisiin sisältöihin kytkettyjen tavoitteiden lisäksi:

”kehittää oppilaan kykyä käsitellä tietoa ja ratkaista ongelmia”

”kehittää myös viestintä-, vuorovaikutus- ja yhteistyötaitoja”

”ohjaa oppilaita tavoitteelliseen, keskittyneeseen ja pitkäjänteiseen toimintaan”

”Oppilasta rohkaistaan esittämään ratkaisujaan ja keskustelemaan niistä.”

”Kannustaa oppilasta ottamaan vastuuta matematiikan oppimisesta sekä yksin että yhdessä toimien.”

”Vahvistaa oppilaan kykyä havaita ja ymmärtää oppimiensa asioiden välisiä yhteyksiä.”

”Harjaannuttaa oppilasta täsmälliseen matemaattiseen ilmaisuun suullisesti ja kirjallisesti. ”

”Kehittää oppilaan tiedonhallinta- ja analysointitaitoja sekä ohjata oppilasta tiedon kriittiseen tarkasteluun.”

”Soveltaa tieto- ja viestintäteknologiaa matematiikan opiskelussa ja oppimisessa sekä erilaisten ongelmien ratkaisemisessa.”

Toisin sanoen matematiikan tunneilla oppilaan kriittisten tiedonkäsittelytaitojen, ongelmanratkaisukyvyn, pitkäjänteisyyden, vuorovaikutus- ja yhteistyötaitojen sekä itsensä ilmaisemiskykyjen tulisi kehittyä. Lisäksi tieto- ja viestintäteknologian käyttötaitoa on harjaannutettava. [53, s. 121–122]

Uusissa opetussuunnitelman perusteissa kiinnitetään oppiainekohtaisesti huomiota oppimisympäristöihin ja työtapoihin. Opetussuunnitelman perusteluonnoksissa mainitaan opetuksen matematiikan opetuksen lähtökohdaksi oppilaita kiinnostavat asiat, ilmiöt ja niihin liittyvät ongelmat. Oppilaita kiinnostavat ongelmat matematisoidaan ja niiden ratkaiseminen tapahtuu jo yksin tai yhteistoiminnallisesti. Tieto- ja viestintäteknologiaa on hyödynnettävä opetuksen apuvälineenä. [53, s. 123–124]

Myös ohjaus ja tukitoimet määritellään uudessa opetussuunnitelmassa oppiainekohtaisesti. Matemaattisesti lahjakasta oppilasta voidaan tukea vaihtoehtoisten työmuotojen avulla. Perusteluonnokset mainitsevat erikseen projekti-, ongelma- ja suunnittelupohjaiset tutkimukset suositeltavina tukitoiminä. [53, s. 124]

Vuoden 2016 opetussuunnitelman perusteluonnoksissa päättöarvioinnin kriteerit arvosanaan 8 vaadittavaan osaamiseen kohdistuvat sisältötavoitteiden lisäksi aiempaa voimakkaammin asenteisiin ja työskentelytaitoihin, mitä myös projektioppimisessä arvostetaan. Myös tieto- ja viestintäteknisten taitojen hallinta kuuluu aiemmasta poiketen päättöarvioinnissa huomioitaviin arviointikriteereihin. [53, s. 5–9]

Laaja-alainen osaaminen

Opetussuunnitelman perusteluonnoksissa otetaan kantaa opetuksen eheyttämiseen sekä monialaisiin opintokokonaisuuksiin ja laaja-alaiseen osaamiseen. Eheyttämisen tarkoituksena on parantaa oppilaiden kokonaisuuksien hahmotuskykyä ja taitoa oivaltaa asioiden välisiä suhteita ja riippuvuuksia. Tällöin oppilaiden on helpompaa jäsentää maailmankuvaansa ja ymmärtää opiskeltavien asioiden merkitys omassa elämässä. Eheyttämistä voidaan toteuttaa perusteluonnosten mukaan muun muassa toteuttamalla monialaisia, pidempikestoisia oppimiskokonaisuuksia ja opiskelemalla samaa teemaa useammassa kuin yhdessä oppiaineessa samanaikaisesti. [52, s. 25]

Monialaisten opintokokonaisuuksien tavoitteena on käsitellä oppilaiden kokemusmaailmaan kuuluvia asioita, jolloin oppilaat voivat olla entistä enemmän mukana opiskelun tavoitteiden, sisältöjen ja työskentelytapojen suunnittelussa, saavat mahdollisuuksia yhdistää koulun ulkopuolista oppimista koulutyöhön ja vahvistaa arkiosaamistaan. Paikallisuus, ajankohtaisuus ja yhteiskunnallinen merkittävyys lisäävät oppilaiden motivaatiota työskentelyä kohtaan. [52, s. 25]

Laaja-alaista osaamista tukevat kokonaisuudet uusissa opetussuunnitelman perusteissa [53, s. 13–18] ovat:

1. Ajattelu ja oppimaan oppiminen

2. Kulttuurinen osaaminen, vuorovaikutus ja ilmaisu
3. Itsestä huolehtiminen ja arjenhallinta
4. Monilukutaito
5. Tieto- ja viestintäteknologinen osaaminen
6. Työelämätaidot ja yrittäjäyys
7. Osallistuminen, vaikuttaminen ja kestävän tulevaisuuden rakentaminen

Kaikki seitsemän kokonaisuutta sisältävät sellaisia näkökohtia, jotka on helppo sisällyttää matematiikassa tapahtuvaan projektioppimiseen. Kokonaisuudet vahvistavat muun muassa oppilaiden vastuunottokykyä, omien oppimisen taitojen tiedostamista, vuorovaikutustaitoja, kriittistä tiedonkäsittelyä sekä tieto- ja viestintätekniikan käyttöä. Työelämätaidot ja yrittäjäyys -kokonaisuudessa mainitaan jopa yhtenä tavoitteena projektityöskentelyn harjoittelu. [53, s. 3–7]

3.2.3 Yhteenveto Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteiden 2004 ja 2016 luomista puitteista projektioppimiseen matematiikassa

Sekä vuoden 2004 että vuoden 2016 opintosuunnitelman perusteissa oppilas nähdään aktiivisena toimijana ja opettaja oppimisen ohjaajana. Projektioppiminen pohjautuu vastaavaan konstruktivistiseen oppimisenäkemykseen. Molemmissa opetussuunnitelmissa oppimisen tilannesidonnaisuutta, ongelmakeskeisyyttä ja yhteistoiminnallisuutta arvostetaan. Opetussuunnitelmissa, samoin kuin projektioppimisessä, elinikäisen oppimisen ja reflektoinnin taidot korostuvat.

Projektioppimisen etuna perinteiseen opetukseen verrattuna on erilaisten metataitojen harjaantuminen oppiaineeseen liittyvän väitetiedon lisääntymisen lisäksi. Molemmat opetussuunnitelman perusteet korostavat työelämässä tarvittavia taitojen, kuten ongelmanratkaisukyvyyn, yhteistyö- ja vuorovaikutustaitojen, kriittisten tiedonkäsittelytaitojen, itsensä ilmaisukyvyyn ja pitkäjänteisyyden, kehittämistä. Tieto- ja viestintäteknologian käyttö on esillä molemmissa opetussuunnitelman perusteissa, mutta vuoden 2016 perusteissa tieto- ja viestintäteknologian soveltaminen ja yksinkertainen ohjelmointi kuuluvat matematiikan arvosanaan 8 vaadittaviin päättöarvioinnin kriteereihin.

Molemmat opetussuunnitelman perusteet tuovat esiin opiskeltavan matematiikan liittämisen arkielämään ja työelämän edustajien kanssa tehtävän yhteistyön. Ongelmaperustainen oppiminen puolestaan pohjautuu perinteisesti työelämästä tai arjesta lähtöisin oleviin projekteihin.

Vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteissa esitetään seitsemän oppiainerajat ylittävää, eheyttävää aihekokonaisuutta. Vuoden 2016 perusteissa puolestaan käsitellään seitsemää laaja-alaisen osaamisen kokonaisuutta. Molempien opetussuunnitelmien kokonaisuuksien tavoitteisiin sisältyy runsaasti edellä mainittujen metataitojen harjoittamista. Tämän lisäksi aihekokonaisuudet tarjoavat mahdollisia aihepiirejä erilaisille matematiikkaan liittyville projektitoille.

Tulevissa opetussuunnitelman perusteissa opetussisältöjä karsitaan ja opettajille annetaan enemmän pedagogista vapautta. Tällöin aikaa jää enemmän juuri projektiluontoiseen työskentelyyn. Projektioppimisen haasteena on tähän asti pidetty sitä, että projekteihin kuluu suhteessa enemmän aikaa kuin opettajajohtoiseen opetukseen, jolloin oppilaiden aktiivista toimintaa on jouduttu vähentämään.

4. TOIMINNALLISIA PROJEKTEJA VUOSILUOKKIEN 7–9 MATEMATIIKAN OPETUKSEEN

Tässä luvussa sovelletaan projektioppimisen periaatteita perusopetuksen vuosiluokkien 7–9 matematiikan opetukseen. Kappaleessa esitellään projektioppimisen periaatteita noudattavia ja opetussuunnitelman perusteita mukailevia projektitöitä, jotka soveltuvat sellaisenaan opetukseen. Projektit ovat helppoja toteuttaa tavanomaisen opetuksen ohessa ja ne lisäävät opetuksen toiminnallisuutta.

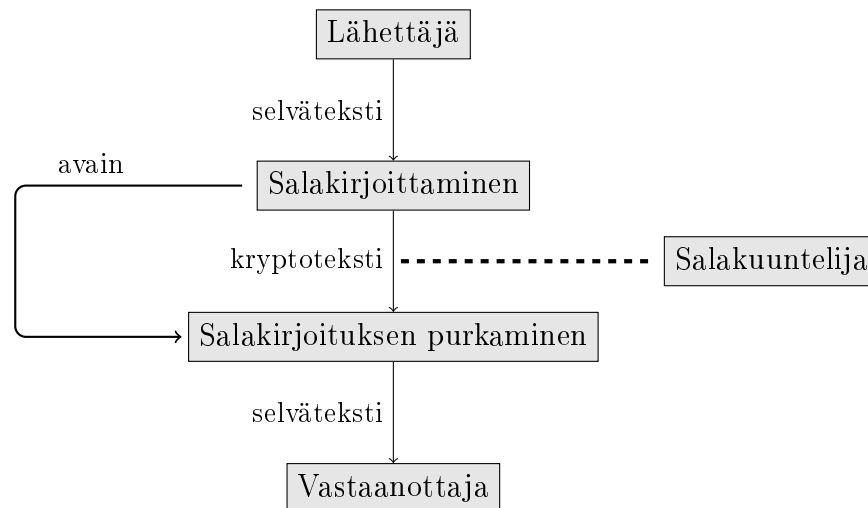
4.1 Salaviestit-projekti

Uudet opetussuunnitelman perusteluonnokset tuovat algoritmisen ajattelun ja ohjelmoinnin alkeiden harjoittelemisen osaksi yläkoulun matematiikan opetusta. Tässä kappaleessa esitellään toiminnallinen projektityö, jossa harjoitetaan oppilaiden algoritmista ajattelua. Kappaleessa käsitellään myös projektin matemaattista taustaa, soveltuvuutta opetussuunnitelman perusteiden vaatimuksiin sekä projektin etuja ja ongelmakohtia.

4.1.1 Matemaattinen tausta

Matemaattiselta perustaltaan projekti liittyy kryptologiaan. Kryptologialla tarkoitetaan tieteenalaa, joka tutkii kryptografiaa eli viestien salaamista ja kryptoanalyysia eli salattujen sanomien murtamista. Kryptografian perimmäisenä tarkoituksena on mahdollistaa kahden henkilön välinen keskustelu epäluotettavassa kanavassa ilman, että salakuuntelija ymmärtää, mistä keskustelussa on kysymys. Kanava voi olla esimerkiksi puhelinlinja, posti tai sähköposti. [72, s. 1]

Informaatiota, jota lähettäjä haluaa lähettää vastaanottajalle kutsutaan selvätekstiksi. Selväteksti voi olla esimerkiksi suomen- tai englanninkielistä tekstiä sekä numeerista dataa. Lähettäjä kryptaa eli salaa selvätekstinsä kryptausavaimen avulla ja lähettää muodostuneen kryptotekstin vastaanottajalle. Vastaanottaja, joka tuntee salauksen purkamiseen tarvittavan avaimen, pystyy muuttamaan kryptotekstin takaisin selvätekstiksi. Kuvassa 4.1 havainnollistetaan informaation kulkua. [72, s. 1]



Kuva 4.1: Kommunikaatiokanava [72, s. 2].

Kryptaus voidaan jakaa kahteen tyyppiin: symmetriseen ja epäsymmetriseen kryptaukseen. Symmetrisessä kryptauksessa sekä kryptaamiseen että kryptauksen purkuun tarvittavat avaimet ovat samanlaisia tai toinen pystytään muokkaamaan helposti toisesta, kun taas epäsymmetrisessä kryptauksessa avaimet ovat täysin erilaisia ja niitä ei voida helposti muodostaa toinen toisistaan. Symmetristä kryptausta voidaan kuvata matemaattisesti seuraavasti. [72, s. 1–2]

Määritelmä 1. ([72], s. 1) *Kryptosysteemi on viisikko $(\mathcal{P}, \mathcal{C}, \mathcal{K}, \mathcal{E}, \mathcal{D})$, missä \mathcal{P} on äärellinen joukko mahdollisia selvätekstejä, \mathcal{C} on äärellinen joukko mahdollisia kryptotekstejä ja \mathcal{K} on äärellinen avainavaruus eli joukko mahdollisia avaimia. \mathcal{E} on mahdollisten kryptausfunktioiden avaruus ja \mathcal{D} mahdollisten kryptauksen purkufunktioiden avaruus.*

Jokaista avainta $k \in \mathcal{K}$ kohti on olemassa kryptausfunktio $e_K \in \mathcal{E}$ ja kryptauksen purkufunktio $d_K \in \mathcal{D}$. Jokaiselle selvätekstin elementille $x \in \mathcal{P}$ on $d_K(e_K(x)) = x$, kun $e_K : \mathcal{P} \rightarrow \mathcal{C}$ ja $d_K : \mathcal{C} \rightarrow \mathcal{P}$.

Eräs hyvin yksinkertainen ja laajalti tunnettu salausmenetelmä on siirtosalaukseen perustuva Caesarin salaus. Salausjärjestelmän nimi pohjautuu siihen, että huhujen mukaan Julius Caesar käytti kirjeenvaihdossaan kyseisen tyylistä salakirjoitusta. Caesarin salaus perustuu modulaarilaskentaan, jonka perustana on seuraava määritelmä. [72, s. 4–5]

Määritelmä 2. ([72], s. 3) *Olko m positiivinen kokonaisluku. Kokonaislukuja a ja b merkitään $a \equiv b \pmod{m}$, jos $m \mid (a - b)$. Ilmausta $a \equiv b \pmod{m}$ kutsutaan kongruenssiksi ja sanotaan, että a ja b ovat kongruentit modulo m . Kokonaislukua m kutsutaan moduliiksi.*

Toisin sanoen luvut a ja b ovat kongruentit modulo m , jos ja vain jos niillä on sama jäännösluokka, kun luvut jaetaan luvulla m . Suomenkieliseen tekstiin tehtävään

Caesarin salaukseen voidaan määritellä kryptaus- ja kryptauksen purkufunktiot seuraavasti. [72, s. 3–4]

Määritelmä 3. ([72], s. 4) *Olkoot $\mathcal{P} = \mathcal{C} = \mathcal{K} = \mathbb{Z}_{29}$, missä \mathbb{Z}_{29} on kokonaislukujen jäännösluokka modulo 29. Kun $0 \leq K \leq 28$, niin kryptausfunktio*

$$e_K(x) = (x + K) \pmod{29}$$

ja kryptauksen purkufunktio

$$d_K(y) = (y - K) \pmod{29},$$

missä $x, y \in \mathbb{Z}_{29}$.

Käyttökelpoiselle salausmenetelmälle on kaksi vaatimusta. Ensinnäkin kunkin salausfunktion e_K ja salauksen purkufunktion d_K pitäisi olla nopeasti ja helposti laskettavissa. Toiseksi salakuuntelijan ei pitäisi pystyä päättämään salausavainta K ja sitä kautta alkuperäistä selvätekstiä pelkästään kryptotekstin perusteella. Caesarin salaus ei täysin täytä jälkimmäistä vaatimusta. Avain on helppo selvittää kokeilemalla, sillä vaihtoehtoja on vain 29. [72, s. 4]

4.1.2 Projektin kuvaus

Projektin tavoitteena on kehittää oppilaiden algoritmista ajattelua ja tutustuttaa oppilaat erääseen matematiikan osa-alueeseen, kryptologiaan. Projekti korostaa sitä, että matematiikalla on konkreettisia sovelluskohteita, mikä todennäköisesti motivoi opiskelijoita.

Projektissa oppilaat tutustuvat pienissä ryhmissä Caesarin salakirjoitukseen. Ryhmät saavat käyttöönsä algoritmin salauksen tekemiseen ja vaiheittaisen esimerkin toteutetusta salakirjoituksesta. Algoritmi ja esimerkki sekä tarkempi ohjeistus projektiin on liitteessä B.1. Algoritmin ja esimerkin avulla jokainen ryhmä saa salata oman viestinsä. Tämän jälkeen ryhmät vaihtavat kryptotekstejä keskenään ja yrittävät selvittää alkuperäistä selvätekstiä ilman avainta. Jos selvätekstiä ei saada selville kohtuullisessa ajassa ilman avainta, ryhmät saavat myös avaimen käyttöönsä. Tällöin ryhmien tehtävänä on päätellä avainta hyväksi käyttäen alkuperäinen selväteksti. Ryhmille ei anneta erikseen algoritmia koodin purkamiseen, vaan oppilaat joutuvat itse kehittämään sen.

Caesarin salakirjoitukseen tutustumisen jälkeen ryhmät saavat luoda oman salakirjoituksensa. Ryhmien tulee kirjata keksimänsä algoritmi ylös ja salata oma selvätekstinsä sillä. Tämän jälkeen ryhmät vaihtavat taas kryptotekstejään ja yrittävät purkaa salauksen. Jos purku ei onnistu, ryhmät saavat käyttöönsä algoritmin, jolla salaus on tehty.

Ryhminen tulee valmistaa posterin omasta kryptotekstistään ja algoritmistaan kryptotekstin luomiseen. Posterissa ei kuitenkaan saa olla esillä selvätekstiä. Posterit asetetaan projektin jälkeen käytävään, jotta muutkin luokat voivat yrittää ratkaista koodeja.

Projektin lopuksi kukin oppilas saa kotitehtäväkseen kirjoittaa noin yhden A4-arkin pituisen oppimispäiväkirjaa muistuttavan tekstin projektista. Tekstistä tulee käydä ilmi, minkälaisia ajatuksia projekti herätti oppilaissa ja mitä he oppivat salaamisesta, salaamisen purusta ja algoritmeista. Lisäksi oppilaat voivat pohtia omaa panostaan ryhmän työskentelyyn. Kirjoitus tehdään yksilötyönä ja palautetaan opettajalle.

Kokonaisuudessaan projektin kesto on kolmesta neljään oppituntia. Tarkemmat projektiohjeet ovat liitteessä B.1.

4.1.3 Pohjautuminen opetussuunnitelman perusteisiin

Uusien, vuoden 2016 opetussuunnitelman perusteluonnosten matematiikan tavoitteisiin sisältyy vaatimus siitä, että opetuksen tulee ”harjoittaa oppilaan algoritmista ajattelua ja taitoa soveltaa ohjelmoinnin peruskäsitteitä”. Uudet perusteet myös painottavat konkretian ja toiminnallisuuden keskeistä osaa matematiikan opetuksessa. Opetuksen tulee tukea oppilaan myönteistä asennetta matematiikkaa kohtaan ja auttaa ymmärtämään matematiikan hyödyllisyys yhteiskunnan kannalta. Oppilaalle on tultava jonkinlainen kokonaiskuva matematiikan sovelluskohteista. [53, s. 121–122]

Projektissa kehittyvät jo aiemminkin mainitut yhteistoiminnallisuuteen ja ongelmaperustaisuuteen liittyvät metataidot, joita molemmat opetussuunnitelman perusteet korostavat [50; 53]. Erityisesti looginen ja samalla myös luova ajattelu saa harjoitusta. Oppimispäiväkirjaa muistuttavan tekstin kirjoittaminen projektin lopuksi tuo mukaan myös oman oppimisen reflektoinnin, mikä on opetussuunnitelman perusteiden mukaan oleellista [50; 53].

4.1.4 Projektin edut ja ongelmakohdat

Salaviestit-projekti on helppo tapa saada yläkoulun matematiikkaan uuden opetussuunnitelman perusteluonnosten vaatimaa algoritmista ajattelua ja hyvin alkeellisen ohjelmoinnin perusteita. Projekti ei mene kovin syvälle ohjelmointiin, vaan lähestyy ohjelmointia kevyesti. Projekti ei varsinaisesti vaadi matemaattisia esitietoja ja soveltuukin siten mihin tahansa yläkoulun vaiheeseen.

Projektissa päästään tutustumaan matematiikan todelliseen sovelluskohteeseen, mikä konkretisoi matematiikan hyödyntämissä työelämässä. Projektin kautta oppilaiden ymmärrys nykypäivänä tarvittavasta matematiikasta laajenee. Projektissa työskennellään ryhmissä, joten vuorovaikutus- ja ryhmätyöskentelytaidot saavat

harjoitusta. Ongelmanratkaisukyky kehittyy salauksia purettaessa.

Oman oppimisen reflektointi kuuluu olennaisena osa projektioppimiseen ja reflektoinnin tuotokset helpottavat myös opettajan arviointiprosessia. Oppimispäiväkirjaa muistuttavan tekstin kirjoittaminen pakottaa oppilaat miettimään projektia ja omaa työskentelyään jälkikäteen sekä erittelemään ajatuksiaan.

Projektin heikkoutena voitaneen pitää sitä, ettei yläkoulussa käsitellä vielä modulaarilaskentaa. Caesarin salauksen pohja on juuri modulaarilaskennassa ja sen osuuden sivuuttaminen tyypistää projektin matemaattista osuutta. Myös monet muut salausmenetelmät perustuvat numeroteoriaan ja niitä ei voida vielä yläkoulussa käsitellä.

Toinen mahdollinen ongelma muodostuu aikataulutuksesta. Ryhmien tulisi olla yhtä nopeita luomaan ja ratkaisemaan kryptotekstiä. Muutoin osa ryhmistä joutuu odottelemaan muita ryhmiä.

Varsinaiseksi projektiksi voidaan käsittää joko ryhmissä tapahtuva algoritmeihin ja salaukseen tutustuminen sekä oman salakirjoituksen luominen kokonaisuudessaan tai pelkkä oman salakirjoituksen tekeminen. Mikäli projektiksi ajatellaan pelkkää oman salauksen luomista ja posterin tekoa, projekti on kokonaisuudessaan melko suppea ja alustukseen menee suhteessa kohtuuttomasti aikaa.

Eräs haaste voi muodostua myös siitä, ettei työskentelyä aloiteta yhteisellä, opettajajohtoisella algoritmiin ja esimerkkiin tutustumisella, vaan oppilaat tutustuvat Caesarin salaukseen ryhmissä. Oppilaat eivät aluksi välttämättä malta keskittyä algoritmiin tutustumiseen, vaan alkavat heti salata omia tekstejään. Tällöin olennaisia asioita voi jäädä huomaamatta.

4.2 Tietyn budjetin unelmaloma -projekti

Tässä kappaleessa esitellään projektityö, joka ei perustu suoraan mihinkään matematiikan osa-alueeseen, vaan projektityössä hyödynnetään arkielämässä tarvittavaa laskentaa. Kappaleessa esitellään Tietyn budjetin unelmaloma -projekti, projektin pohjautuminen opetussuunnitelman perusteisiin sekä projektin edut ja ongelmakohdat.

4.2.1 Projektin kuvaus

Projektin tarkoituksena on hyödyntää matematiikkaa todellisessa kontekstissa. Projektin varsinaisena kohderyhmänä ovat yhdeksäsluokkalaiset, mutta projekti soveltuu myös vuosiluokille 7 ja 8. Yhdeksäsluokkalaiset hallitsevat kuvaajien piirtämisen ja tilastoaineiston käsittelyn alempia vuosiluokkia paremmin, mutta kyseiset taidot eivät ole projektin onnistumisen kannalta välttämättömiä.

Projektityöskentelyn aluksi oppilaat jaetaan noin neljän hengen ryhmiin kaverisuhteet huomioiden. Jokaiselle ryhmälle arvotaan matkabudjetti, joka vaihtelee 1 000 eurosta 30 000 euroon. Kunkin ryhmän tulee suunnitella omalle ryhmälleen unelmaloma arvotulla rahamäärällä. Budjetin tulee riittää majoitukseen, matkoihin, aktiviteetteihin, ruokakuluihin ja mahdollisiin ostoksiin. Suunnittelun apuna ryhmät saavat käyttää internetiä, mistä he löytävät tietoa muun muassa matkakohteestaan, kohteen hintatasosta ja ravintolaruokien hinnoista sekä eri kulkuvälineiden hinnoista ja aikatauluista. Matkatoimistojen sivuilta löytyy paljon projektiin sopivaa tietoa.

Jokaisen ryhmän tehtävänä on valmistaa muulle luokalle esitys unelmamatkastaan. Esityksen tulee korostaa matkan suunnitteluun liittyviä matemaattisia näkökohtia. Esimerkiksi ryhmät voivat esittää graafisesti matkakohteen vuorokauden keskilämpötilat matkustusajankohtana ja näyttää, kuinka valuutan muunnokset tapahtuvat, jos matkakohteen rahayksikkö ei ole euro. Ryhmien esityksestä on käytävä ilmi, miten budjetti jakautuu majoitus-, matkustus- ja ruokakulujen välillä sekä kuinka paljon rahaa kuluu nähtävyyksiin ja muihin aktiviteetteihin. Lisäksi ryhmien on esiteltävä tarkat matkustusaikataulut. Esityksen tukena kannattaa käyttää Powerpointia.

Jokaisen esityksen jälkeen muu luokka voi opettajan johdolla pohtia, onko suunniteltu matka toteutettavissa esitellyllä budjetoinnilla. Samalla voidaan pohtia myös, oliko ryhmällä liikaa rahaa kyseiseen matkaan.

Ryhmätyöskentelyyn on varattava aikaa kolme oppituntia ja esityksiin yhdestä kahteen oppituntia. Tarkemmat ohjeet projektin toteutuksesta löytyvät liitteestä B.2.

4.2.2 Pohjautuminen opetussuunnitelman perusteisiin

Opetussuunnitelman perusteet 2004 kuvaavat matematiikan merkitystä seuraavasti: ”Matematiikan merkitys on nähtävä laajasti – se vaikuttaa oppilaan henkiseen kasvamiseen sekä edistää oppilaan tavoitteellista toimintaa ja sosiaalista vuorovaikutusta.” Matematiikan opetusta ei siis pidä nähdä pelkkänä laskentona. Vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteet korostavat arkielämän tilanteissa vastaantulevien ongelmien hyödyntämistä matematiikan opetuksessa ja loman suunnittelua voitaneen pitää arkielämän ongelmatilanteena. [50, s. 158]

Vuoden 2016 perusteluonnoksissa on laaja-alaisen osaamisen kokonaisuus ”itsensä huolehtiminen ja arjen taidot”, mihin unelmaloman suunnittelemisen voi liittää. Matematiikan opetuksen yhtenä tehtävänä luonnosten mukaan on ohjata oppilas ymmärtämään matematiikan hyödyllisyys omassa elämässään ja kehittää oppilaan kykyä soveltaa matematiikkaa monipuolisesti. Eräs matematiikan opetuksen tavoite vuosiluokilla 7–9 on tiedonhallinta- ja analysointitaitojen sekä tiedon kriittisen tarkastelun kehittyminen. Tietyn budjetin unelmaloma -projektissa oppilailla on saa-

tavilla internetissä valtava määrä tietoa ja oppilaiden tulee löytää informaation joukosta projektin kannalta tarpeelliset tiedot. [53, s. 121]

Projekti sisältää ryhmätyöskentelyä, ongelma-perustaisuutta sekä tietotekniikan hyödyntämistä eli molempien opetussuunnitelmien korostamien metataitojen harjoittamista. Lisäksi projekti liittyy läheisesti maantiedon ja yhteiskuntaopin sisältö-alueisiin. [50; 51]

4.2.3 Projektin edut ja ongelmakohdat

Projekti tuo matematiikan lähelle arkielämää, jolloin oppilaiden motivoiminen on todennäköisesti tavallista helpompaa. Oppilaat saavat hyödyntää matematiikkaa tosielämän kontekstissa. Projekti yhdistää myös matematiikan sisältöjä yhteiskuntaoppiin ja maantieteeseen.

Ryhmät etsivät projektin aikana tietoa internetistä, jossa tunnetusti on valtavasti eri laatuista tietoa. Ryhmien on osattava löytää projektin kannalta oleelliset tiedot ja esitettävä tiedot tiivistetysti muulle luokalle, mikä kehittää oppilaiden tiedonkäsittelytaitoja. Osa internet-materiaalista voi olla englanniksi, mikä kehittää myös oppilaiden kielitaitoa. Lisäksi oppilaiden ryhmätyöskentely-, esiintymis- ja ongelma-ratkaisutaidot saavat harjoitusta projektin aikana.

Projektin kautta oppilaat saavat käsityksen siitä, mitä tietyllä rahasummalla todellisuudessa saa. Oppilaat joutuvat myös vertailemaan eri matkustus- ja majoitusvaihtoehtojen hintoja.

Projektin ongelma-kohtana voidaan pitää matematiikan vähyyttä. Kustannusten ja matkustusaikojen laskeminen sisältää melko suppeita peruslaskutoimituksia ellei prosentuaalisia alennuksia ole. Valuutan muunnoksia ryhmät eivät joudu tekemään, jos he valitsevat matkakohteeseen jonkin euromaan. Sää-tietojen graafinen tarkastelu tuo projektiin hiukan matemaattisempaa käsittelyä.

Lisäksi projekti ei pohjaudu mihinkään tiettyyn matematiikan osa-alueeseen, min-kä vuoksi projektin sijoittaminen opetussuunnitelman perusteiden mukaiseen opetukseen on haastavaa. Toisaalta tämän takia projekti voidaan toteuttaa missä tahansa vaiheessa yläkoulua.

4.3 Aurinkokunta-projekti

Kappaleessa esitellään projektityö, joka pohjautuu tasogeometriaa. Projektityö voidaan laajentaa käsittämään myös avaruusgeometriaa. Tämän lisäksi käsitellään matemaattista perustaa, johon projekti kiinnittyy, projektin sulautumista opetussuunnitelman perusteiden vaatimuksiin sekä projektin etuja ja ongelmia suhteessa perinteiseen opetukseen.

4.3.1 Matemaattinen tausta

Matemaattiselta perustaltaan Aurinkokunta-projekti liittyy yhdenmuotoisuuteen ja mittakaavaan. Projektissa sivutaan myös ympyrän ominaisuuksia.

Yhdenmuotoisuus

Kuvauksella tarkoitetaan mitä tahansa täsmällisesti määriteltä sopimusta, joka liittää yksikäsitteisesti jonkin joukon B alkion joukon A jokaiseen alkioon. Kuvausta kutsutaan myös funktioksi. [68, s. 8] Funktio voidaan määritellä myös täsmällisemmin. Olkoot joukot A ja B ei-tyhjiä joukkoja.

Määritelmä 4. ([3], s. 26) *Funktio f joukolta A joukolle B on sääntö, joka kiinnittää jokaiseen alkioon $x \in A$ yksikäsitteisesti alkion $y \in B$.*

Kuvaus voidaan matemaattisesti merkitä $f : A \rightarrow B$. Joukkoa A kutsutaan funktion f määrittelyjoukoksi ja joukkoa B funktion f maalijoukoksi. Funktion arvojoukolla tarkoitetaan joukon B osajoukkoa, joka koostuu kaikista funktion $f(x)$ arvoista. [12, s. 2] Funktion määritelmän avulla voidaan määritellä yhdenmuotoisuuskuvaus.

Määritelmä 5. ([40], s. 34) *Kuvaus $f : \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$ on yhdenmuotoisuuskuvaus, jos on olemassa sellainen positiivinen λ , että kaikilla $x, y \in \mathbb{R}^2$ toteutuu*

$$|f(x) - f(y)| = \lambda |x - y|.$$

Yhdenmuotoisuuskuvauksia ovat siirto, kierto, peilaus ja skaalaus eli homotetia. Tämän diplomityön projektien kannalta tärkein yhdenmuotoisuuskuvaustyyppi on homotetia, joten muut tyypit sivuutetaan. [68, s. 22–25]

Määritelmä 6. ([40], s. 34) *Yhdenmuotoisuuskuvaus on homotetia pisteen a suhteen suhteessa $\lambda > 0$, jos kuvaukselle $f : \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$ toteutuu*

$$f(x) = a + \lambda(x - a).$$

Homoteettisissa kuvauksissa janojen pituudet eivät säily, mutta pituuksien suhteet säilyvät. Tällöin kulmat ja kuvioiden muodot pysyvät samoina. [68, s. 24]

Kahdeksannen luokan matematiikan oppikirja Pii 8 [19] määrittelee yhdenmuotoisuuden kuvioiden muodon kautta.

Määritelmä 7. ([19], s. 216) *Kuviot ovat yhdenmuotoiset, jos niiden muoto on täsmälleen sama.*

Kirja korostaa, että yhdenmuotoiset kuviot ovat yleensä erikokoisia, mutta niiden vastin kulmat ovat yhtä suuret ja vastinsivujen pituuksien suhde on vakio. Yhdenmuotoiset kuviot voivat olla myös samankokoisia, jolloin ne ovat yhteneviä. [19, s. 216]

Mittakaava

Mittakaavalla tarkoitetaan vastinosien pituuksien suhdetta. Olkoon A alkuperäinen kuvio ja B kuvan A kanssa yhdenmuotoinen kuvio. Olkoot a ja a' kahden janan pituudet kuviossa A sekä b ja b' vastaavien janojen pituudet kuviossa B . Koska kuviot A ja B ovat yhdenmuotoisia, kuvioiden vastinosien pituudet ovat verrannollisia keskenään eli

$$\frac{a}{b} = \frac{a'}{b'} \Leftrightarrow \frac{a'}{a} = \frac{b'}{b}.$$

Toisin sanoen mittakaava voidaan määritellä seuraavasti.

Määritelmä 8. ([29], s. 87-88) *Mittakaava on kuvan ja todellisen kohteen mittojen välinen suhde eli*

$$\text{mittakaava} = \frac{a}{b},$$

missä a on janan pituus kuvassa ja b janan pituus todellisessa kohteessa.

Pii 8 -oppikirja erottelee suurennoksen ja pienennöksen toisistaan. Suurennoksessa kohde piirretään todellista kokoaan suurempana ja mittakaavan ensimmäinen jäsen on toista jäsentä suurempi. Pienennöksessä vastaavasti kohde piirretään todellista kokoaan pienempänä ja ensimmäinen jäsen on toista pienempi. [19, s. 219–120]

Ympyrä

Määritellään ympyrä seuraavasti.

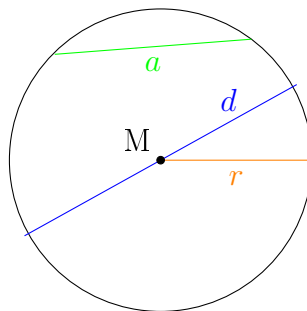
Määritelmä 9. ([1], s. 146) *Olkoot M ja X tason pisteitä sekä r positiivinen reaaliluku. Ympyrä $\odot(M, r)$ on sellaisten pisteiden joukko, joiden etäisyys pisteestä M on r eli toisin sanoen*

$$\odot(M, r) = \{X : d(MX) = r\},$$

missä $d(MX)$ on etäisyys pisteestä X pisteeseen M .

Ympyrän määritelmässä mainittua vakioetäisyyttä r kutsutaan ympyrän säteeksi ja pistettä M ympyrän keskipisteeksi. Jänteellä, joka on merkitty kuvaan 4.2 symbolilla a , tarkoitetaan ympyrän kahden pisteen välistä yhdysjanaa. Halkaisija d on

jänne, joka kulkee ympyrän keskipisteen M kautta. [29, s. 60]



Kuva 4.2: Ympyrän peruskäsitteitä.

Lauseessa 1 määritetään ympyrän kehän pituus.

Lause 1. ([54]) *Ympyrän kehän pituus on $2\pi r$.*

Todistus. Todistuksessa hyödynnetään integraalilaskentaa. Oletetaan tunnetuksi, että derivoituvan käyrän $\mathbf{r} : [a, b] \rightarrow \mathbb{R}^n$ pituus on

$$s = \int_a^b \|\mathbf{r}'(t)\| dt \quad [24, \text{s. } 35]. \quad (4.1)$$

Parametrisoidaan ympyrä $\{(x, y) \in \mathbb{R}^2 : x^2 + y^2 = r^2\}$ seuraavasti

$$\mathbf{r}(t) = (r \cos t, r \sin t), \quad 0 \leq t \leq 2\pi.$$

Tässä tapauksessa ympyrän kehän pituus on yhtälön 4.1 mukaisesti

$$\begin{aligned} p &= \int_0^{2\pi} \sqrt{(-r \sin t)^2 + (r \cos t)^2} dt \\ &= \int_0^{2\pi} \sqrt{r^2(\sin^2 t + \cos^2 t)} dt \end{aligned}$$

Trigonometrian peruskaavan mukaan $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$, joten

$$\begin{aligned} &\int_0^{2\pi} \sqrt{r^2(\sin^2 t + \cos^2 t)} dt \\ &= r \int_0^{2\pi} dt \\ &= 2\pi r. \end{aligned}$$

Täten ympyrän kehän pituus on $2\pi r$. □

Ympyrän kehän pituus voidaan johtaa myös yhdenmuotoisuutta hyväksi käyttäen. Koska kaikki ympyrät ovat keskenään yhdenmuotoisia, ympyrän kehän pituuden, piirin p , ja halkaisijan suhde on vakio eli matemaattisesti ilmaistuna

$$\frac{p}{d} = \text{vakio}.$$

Kyseistä irrationaalista vakiota merkitään yleensä kreikkalaisella kirjaimella π . Ympyrän piiri on tällöin

$$p = 2\pi r,$$

sillä ympyrän halkaisija $d = 2r$. [19, s. 266]

4.3.2 Projektin kuvaus

Projektin tarkoituksena on luoda koulun liikuntasaliin, pihalle tai vastaavaan soveltuvaan käytävään aurinkokunta mahdollisimman oikeassa mittakaavassa. Projekti sopii toteutettavaksi esimerkiksi kahdeksannella luokalla yhdenmuotoisuuden, mittakaavan ja ympyrän käsittelyn yhteydessä. Projektissa kerrataan myös yksikkömuunnoksia, pyöristystä ja kymmenpotenssimuotoja.

Projektissa on kaksi vaihetta. Ensimmäisessä vaiheessa oppilaat saavat matemaattisilta taidoiltaan heterogeenisissa, noin neljän hengen ryhmissä tutustua MAOL-taulukkokirjan tai netin avulla aurinkokuntamme planeettojen säteisiin ja etäisyyksiin Auringosta. Ryhmien tehtävänä on selvittää sopiva mittakaava koulun tiloihin, esimerkiksi liikuntasaliin, käytävään tai pihalle, toteutettavalle aurinkokunnan pienennökselle. Planeettojen säteiden ja taivaankappaleiden välisten etäisyyksien ei tarvitse olla samassa mittakaavassa. Helpoin tapa toteuttaa aurinkokunta on käyttää planeettojen säteisiin mittakaavaa 1 : 139 200 000. Jos etäisyydet toteutetaan samassa mittakaavassa, aurinkokuntamme kaukaisin planeetta, Neptunus, on 32,33 kilometriä Auringosta, mikä on mahdotonta toteuttaa koulun tiloissa. Tällöin mittakaavaa kannattaa muuttaa etäisyyksien osalta mittakaavasta 1 : 139 200 000 mittakaavaan 1 : 139 200 000 000, jolloin Neptunuksen etäisyys auringosta on vain 32,33 metriä. Tämä ei kuitenkaan ole ainoa mahdollinen ratkaisu. Ensimmäisen vaiheen lopuksi verrataan yhteisesti ryhmien vastauksia ja korjataan niitä tarpeen mukaan.

Toisessa rakennetaan konkreettisesti aurinkokunta esimerkiksi koulun liikuntasaliin. Liikuntasaliin rakennettaessa koko luokan on toimittava yhteistyössä rakentaen yhtä, yhteistä aurinkokuntaa. Jos aurinkokunnat toteutetaan ulkona, on mahdollista rakentaa ryhmittäin kullekin ryhmälle oma aurinkokuntansa. Planeettojen toteutus riippuu käytettävissä olevasta ajasta ja materiaaleista. Helpoin tapa on toteuttaa planeetat paperille tehtävinä tasokuviaina, ympyröinä. Toisaalta jos resursseja on

esimerkiksi kuvaamataidon tunneilla, voidaan planeetat toteuttaa myös palloina.

Jos osa ryhmistä on päätyntä mittakaavaan, joka on mahdoton toteuttaa konkreettisesti, ryhmät voivat suunnitella aurinkokuntansa esimerkiksi kaupungin kartalle. Tällöin he voivat olettaa koulurakennuksen kuvaavan Aurinkoa ja suhteuttaa muut planeetat ja etäisyydet karttaan. Nyt mittakaava voi olla sama sekä säteille että etäisyyksille.

Ohjeistukseen ja mittakaavalaskuihin kuluu arviolta noin $2 \cdot 45$ minuutin oppituntia ja aurinkokunnan rakentamiseen toteutustavasta riippuen $2\text{--}4 \cdot 45$ minuutin oppituntia. Kokonaisuudessaan projekti siis kuluttaa aikaa $4\text{--}6 \cdot 45$ min. Mahdollisuuksien mukaan osan rakentamisesta voi toteuttaa kuvataiteen tunneilla. Projektin tarkempi ohjeistus ja planeettojen säteet ja etäisyydet Auringosta sekä todellisuudessa että pienennöksessä löytyy liitteestä B.3.

4.3.3 Pohjautuminen opetussuunnitelman perusteisiin

Opetussuunnitelman perusteiden 2004 mukaan 6–9 luokan matematiikan keskeisiin sisältöihin kuuluvat suhde ja verrannollisuus, yhdenmuotoisuus ja yhtenevyys sekä ympyrä ja siihen liittyviä käsitteitä [50, s. 164–165]. Myös vuoden 2016 perusteluonnokset tuovat esiin tavoitteet verrannon hyödyntämisestä, yhdenmuotoisuuden ja yhtenevyyden käsitteiden ymmärtämisestä ja ympyrään liittyvien suureiden laske- misesta [53, s. 123].

Matematiikan lisäksi Aurinkokunta-projekti sivuaa fysiikkaa, johon tähtitiede sisältyy. Fysiikan osalta vuoden 2004 perusteiden päättöarvioinnin kriteereissä vaaditaan, että oppilas ”hahmottaa rakennneosien ketjun ja mittasuhteita alkeishiukkasis- ta galakseihin ja osaa havainnollistaa näitä rakenteita ja järjestelmiä sopivilla mal- leilla”. [50, s. 194] Vuoden 2016 perusteluonnokset korostavat maailmankaikkeuden rakenteiden ja mittasuhteiden ymmärtämistä [53, s. 152].

Halutessaan Aurinkokunta-projektissa voi tehdä myös oppiainerajat ylittävää yh- teistyötä kuvataiteen kanssa. Varsinainen aurinkokunnan rakennustyö voidaan to- teuttaa matematiikan tuntien sijaan kuvataiteen tunneilla.

Aurinkokunta-projekti rikkoo siis tiukkaa oppiainejaottelua. Yhteistyö muiden op- piaineiden kanssa voidaan nähdä eheyttämisenä, mitä pidetään tärkeänä molemmis- sa opetussuunnitelmissa [50; 51].

Sekä vuoden 2004 että vuoden 2016 opetussuunnitelman perusteet sisältävät ta- voitteita metataitojen kehittymiseen [50; 51]. Molemmissa projekteissa yhteistyö- ja vuorovaikutustaidot saavat harjoitusta. Aurinkokunta-projektissa tiedonhankin- tataidot kehittyvät MAOL-taulukoihin ja internetistä löytyviin materiaaleihin pe- rehtymällä.

4.3.4 Projektin edut ja ongelmakohdat

Aurinkokunta-projektien etuna perinteiseen opetukseen verrattuna voidaan pitää oppiainerajat ylittävää yhteistyötä. Aurinkokunta-projektin aihe liittyy suoraan fyysiikan oppisisältöihin ja myös kuvataidetta hyödynnetään projektin aikana. Lisäksi matemaattisen osaamisen ohella projektissa kehittyvät opiskelussa ja työelämässä tarvittavat taidot, kuten esimerkiksi ryhmätyöskentely- ja vuorovaikutustaidot.

Projekti kiinnittyy hyvin opetussuunnitelman perusteissa mainittuihin matematiikan sisältöihin, joten projektilla on luonnollinen paikka osana opetusta. Aurinkokunta-projektissa kertautuvat myös kymmenpotenssimuodot, yksikkömuunnokset ja pyöristykset. Projektia tekevän luokan lisäksi muut koulun oppilaat voivat tutustua projektin tuotoksiin. Tällöin myös heidän hahmotuskykynsä avaruuden mittasuhteista paranee.

Suurin ongelma kohta projektissa on aurinkokunnan konkreettinen toteutus. Koska planeettojen väliset etäisyydet ja planeettojen säteet on mahdotonta toteuttaa fyysisesti samassa mittakaavassa, työssä on käytettävä eri mittakaavoja, mikä saattaa hämmentää osaa oppilaista ja vaikeuttaa kokonaisuuden hahmottamista. Toinen mahdollinen ongelma on sopivan tilan löytäminen. Liikuntasalissa voi olla muuta toimintaa, joka estää kyseisen tilan hyödyntämisen. Ulos tehtävä aurinkokunta puolestaan kärsii vaihtelevista sääoloista.

Ongelmaksi voi projektissa muodostua myös puutteellinen aika. Usein opetussuunnitelman perusteiden vaatimien oppisisältöjen opettamiseen kuluu niin paljon aikaa, ettei sitä enää jää oppilasta aktivoivampien työskentelytapojen kokeilemiseen. [69, s. 190–191]

Projektin arviointi voi myös olla haastavaa, sillä työskentely tapahtuu ryhmissä ja projekti käsittää useita osa-alueita. Pelkkään laskujen oikeellisuuteen perustuva arviointi ei riitä.

4.4 Arjen tilastolaskentaa -projekti

Tässä kappaleessa esitellään yksi tilastomatematiikkaan liittyvä projektityö. Kappaleessa käsitellään myös projektin matemaattista taustaa, kiinnittymistä opetussuunnitelman perusteisiin sekä projektin etuja ja haasteita.

4.4.1 Matemaattinen tausta

Matemaattisesti projekti liittyy tilastollisen aineiston esittämiseen niin graafisesti kuin tilastoaineistoa kuvaavien tunnuslukujenkin kautta. Tunnusluvuista pääpaino on keskilukujen käsittelyssä.

Tilastollisen aineiston esittäminen

Tilastollisen tarkastelun kohteena on yleensä tietty perusjoukko E . Kokonaistutkimuksessa tutkitaan koko perusjoukkoa ja otantatutkimuksessa osaa perusjoukosta. Otantatutkimuksessa otoksen tulee olla mahdollisimman edustava, jotta otoksesta saadut tulokset ovat yleistettävissä koko perusjoukkoon. Tutkimusobjekteja, toiselta nimeltään tilastointiyksiköitä a_i , ovat perusjoukon E alkiot. Tilastointiyksiköiden ominaisuuksia x, y, z, \dots kutsutaan puolestaan tilastollisiksi muuttujiksi. [85, s. 7]

Mittaamisella tarkoitetaan mittaluvun x_i tai toiselta nimeltään havaintoarvon liittämistä tilastointiyksikön a_i tarkasteltavaan ominaisuuteen x eli matemaattisesti ilmaistuna mittaamisella tarkoitetaan reaaliarvoista funktiota $f : E \rightarrow \mathbb{R}$ ja mittaluvulla lukua $x_i = f(a_i)$. Mittalukujen x_i muodostamaa joukkoa kutsutaan mittaasteikoksi. [85, s. 7]

Tilastollisen datan esittämisessä käytetään joko luokittelu-, järjestys-, välimatka- tai suhdeasteikkoa. Luokittelu- eli nominaaliasteikko on mitta-asteikoista alkeellisin. Tilastointiyksiköt a_i voidaan luokitella, mutta luokkia ei voida mielekkäästi asettaa järjestykseen. Sukupuoli on esimerkki luokitteluasteikkoa noudattavasta tilastollisesta muuttujasta. [85, s. 7]

Järjestys- eli ordinaaliasteikon tilastollisen muuttujan arvot voidaan järjestää mielekkäästi, mutta eri luokille annetuilla numeroarvoilla ei ole järkevää suorittaa aritmeettisia laskutoimituksia. Esimerkiksi sotalasarvo on esimerkki järjestysasteikkoa noudattavasta tilastollisesta muuttujasta. [85, s. 7]

Välimatka- eli intervalliasteikkoa noudattavan tilastollisen muuttujan arvot voidaan luokitella ja asettaa järjestykseen sekä tulkita arvojen erotukset numeerisesti. Tässä asteikossa on nollakohta ja mittayksikkö. Esimerkiksi celsius-asteilla tapahtuva lämpötilan mittaaminen noudattaa välimatka-asteikkoa. [85, s. 7]

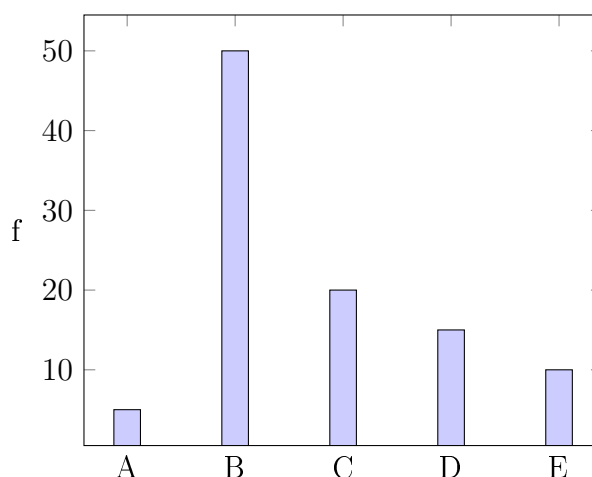
Suhdeasteikossa on kaikki samat ominaisuudet kuin välimatka-asteikoissa, mutta näiden ominaisuuksien lisäksi tilastollisen muuttujan arvojen suhteet ovat järkeviä ja asteikossa on absoluuttinen nollakohta. Esimerkiksi lämpötila kelvineinä noudattaa suhdeasteikkoa. [85, s. 7]

Tilastollisen muuttujan arvoa vastaava frekvenssi f ilmaisee, kuinka monta kertaa kyseinen arvo esiintyy tilastossa. Usein prosentteina ilmaistava suhteellinen frekvenssi p puolestaan kuvaa, kuinka suuri osa kyseinen frekvenssi on kaikkien havaintojen lukumäärästä. [28, s. 8]

Tilastoaineistoa joudutaan yleensä luokittelemaan. Frekvenssitaulukossa esitetään havaintoarvot x_i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$ luokiteltuina. Luokittelussa muuttujan x arvojoukko jaetaan k :hon yleensä yhtä pitkään, puoliavoimeen, erilliseen väliin. Jokaisesta välistä lasketaan sinne kuuluvien havaintojen x_i lukumäärä. [85, s. 8] Luokka ilmoitetaan usein luokkaväliä, joka voi esimerkiksi olla reaaliluku [28, s. 21]. Kunkin luokkaan kuuluvien havaintojen lukumäärää kutsutaan luokkafrekvenssiksi

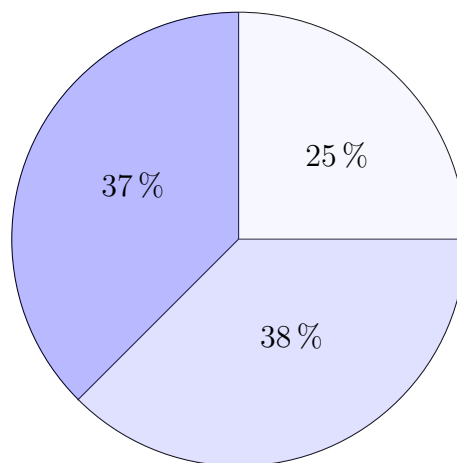
f_i , $i = 1, 2, 3, \dots, k$ ja kunkin luokan ala- ja ylärajan keskiarvoa luokkakeskukseksi m_i , $i = 1, 2, 3, \dots, k$ [85, s. 8].

Otosta voidaan esittää graafisesti erilaisina diagrammeina. Luokittelu- ja järjestysasteikolla esittämiseen käytetään yleensä jana- tai pylväsdiagrammia. Janadiagrammissa jana vastaa kunkin luokan frekvenssiä, kun taas pylväsdiagrammissa käytetään janan tilalla pylvästä. Kuvassa 4.3 on esimerkki pylväsdiagrammista.



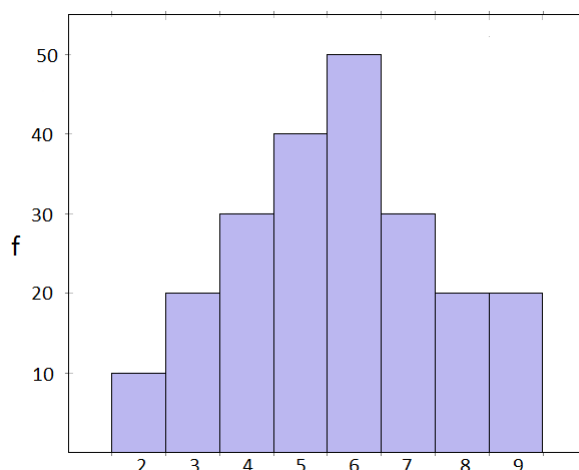
Kuva 4.3: Esimerkki pylväsdiagrammista.

Luokittelu- ja järjestysasteikoilla voidaan käyttää myös kuvan 4.4 mukaista sektoridiagrammia, jossa sektorin pinta-ala kuvaa tarkasteltavan luokan frekvenssiä. [85, s. 10–15]



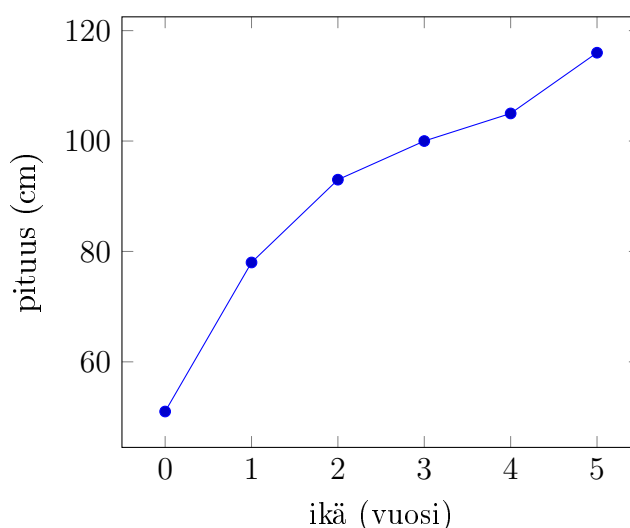
Kuva 4.4: Esimerkki sektoridiagrammista.

Välimatka- ja suhteasteikolla käytetään yleisesti frekvenssihistogrammia, joka on eräänlainen pylväsdiagrammi. Histogrammissa pylväät sivuavat toisiaan, kuten kuvassa 4.5, tai pylväiden välisiä rajoja ei ollenkaan ole piirretty näkyviin. Kirjallisuudessa käytetään usein pylväsdiagrammia histogrammin synonyymina. [85, s. 14–15]



Kuva 4.5: Esimerkki histogrammista.

Frekvenssimonikulmiolla puolestaan tarkoitetaan viivadiagrammia, joka on esitetty kuvassa 4.6. [85, s. 10–15]



Kuva 4.6: Esimerkki viivadiagrammista.

Viivadiagrammia käytetään usein tarkasteltaessa tilastollisen muuttujan muutosta tietyssä ajanjaksona, kuten esimerkiksi lapsen pituutta ensimmäisten viiden vuoden aikana [28, s. 15].

Keskiluvut

Keskiluvulla tarkoitetaan tilastollista tunnuslukua, joka esittää muuttujan havaintoarvojen keskimäärästä suuruutta tai sijaintia. Yleisimmin tunnetut keskiluvut ovat moodi, mediaani ja aritmeettinen keskiarvo. [85, s. 17]

Moodi eli tyyppiarvo on sen tilastomuuttujan arvo, jonka frekvenssi on suurin. Moodi ei aina ole yksikäsitteinen, sillä useammalla tilastomuuttujalla voi olla sama

frekvenssi. Moodi voidaan määrittää kaikilla mitta-asteikoilla. [85, s. 17]

Mediaanilla tarkoitetaan muuttujan keskimmäistä arvoa. Mediaania ei pystytä määrittämään luokitteluasteikolta, mutta muilta mitta-asteikoilta mediaani voidaan määrittää. Jos havaintoja on parillinen määrä, mediaani on yksikäsitteinen. Jos havaintojen määrä on pariton, mediaanina voidaan pitää kumpaakin keskimmäisistä havainnoista tai mahdollisuuksien mukaan laskea näistä kahdesta keskiarvo. [28, s. 25]

Lukujen x_i , $i = 1, 2, 3, \dots, n$ aritmeettinen keskiarvo on

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i.$$

Luokitellun aineiston aritmeettinen keskiarvo voidaan määritellä myös

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k f_i x_i,$$

missä n on kaikkien havaintojen lukumäärä eli

$$n = \sum_{i=1}^k f_i,$$

x_i luokan i luokkakeskus ja f_i vastaavan luokan luokkafrekvenssi. Keskiarvo voidaan laskea vain välimatka- ja suhteasteikoilla. [85, s. 19]

Hajontaluvut

Hajontaluvulla tarkoitetaan lukua, joka kuvaa jakauman hajaantumista keskiluvun ympärille. Yksinkertaisin hajontaluku, vaihteluväli R , on otoksen suurimman ja pienimmän havaintoarvon erotus. Luokitellussa aineistossa vaihteluvälinä pidetään suurimman luokan ylärajan ja pienimmän luokan alarajan erotusta. Muita hajontalukuja, kuten keskihajontaa, varianssia tai variaatiokerrointa ei käsitellä tässä työssä, sillä ne eivät ole projektin kannalta oleellisia [85, s. 21–22].

4.4.2 Projektin kuvaus

Projektin tarkoituksena on harjoitella aineiston keräämistä ja tilastollista tarkastelua. Projektissa lasketaan keski- ja hajontalukuja sekä kerrataan diagrammien piirtämistä. Osa oppilaista kertaa myös prosenttilaskua. Projekti tuo kokeellisuutta ja toiminnallisuutta matematiikan opetukseen.

Projektia varten luokka jaetaan neljään, noin neljän hengen ryhmään. Jos luokassa on enemmän oppilaita, opettaja voi muodostaa viidennen ryhmän ja keksiä

tälle ryhmälle jonkin pienen tilastotyön. Kukin ryhmä saa noin viikkoa ennen projektin varsinaista luokassa tapahtuvaa toteutusta varten kotitehtävän, joka sisältää tilastollisen aineiston keräämisen. Jokaisella ryhmällä on erilainen tehtävä.

Kun kaikkien ryhmien aineistot ovat koossa, projektia aletaan toteuttaa myös oppitunneilla. Jos aineisto vaatii luokittelua, ryhmät jakavat aineistonsa sopiviin luokkiin. Tämän jälkeen aineistosta lasketaan tunnusluvut, jotka kyseisestä aineistosta on järkevää määrittää. Tilastollisen käsittelyn lopuksi jokainen ryhmä piirtää aineiston havainnollistamiseen soveltuvan diagrammin.

Jokaisen ryhmän tulee valmistaa omasta tilastollisesta tutkimuksesta muulle luokalle esitys, jossa ryhmäläiset kertovat aineiston keräämisestä, havainnollistamisesta ja tilastollisesta käsittelystä. Esitykseen voi liittää myös pohdintaa siitä, miksi ryhmä esittää aineistonsa tietyllä diagrammilla ja miksi aineistosta ei määritetä kaikkia keskilukuja. Esityksen tukena on hyvä olla joko Powerpoint tai poster. Muut ryhmät kommentoivat esiintyvän ryhmän vastauksia ja antavat rakentavaa palautetta. Palaute voidaan kerätä myös kirjallisena, jolloin oppilaat joutuvat pohtimaan muiden esityksiä tarkemmin ja esiintyvä ryhmä saa ehkä suullista palautetta mieltäytympää vertaispalautetta. Palautteet voivat käsitellä sekä esitystä että aineistonhankintaa ja -käsittelyä.

Ryhmän 1 tilastotyössä tutkitaan ulkolämpötiloja viikon ajan sekä aamulla että illalla. Koska celsius-asteilla tapahtuva lämpötilan mittaaminen noudattaa välimatka-asteikkoa, aineiston pohjalta on järkevää laskea aritmeettinen keskiarvo ja vaihteluväli aamu- ja iltalämpötiloille sekä esittää aikariippuvaiset havainnot graafisesti viivadiagrammin avulla. Jos ryhmä luokittelee aineistonsa, aineistosta voidaan määrittää myös moodi ja mediaani sekä piirtää pylväsdiagrammi tai histogrammi.

Ryhmä 2 vertaa jonkin tuotteen hintaa eri kaupoissa. Tuotteen hinta noudattaa välimatka-asteikkoa, joten aritmeettisen keskiarvon ja vaihteluvälin laskeminen on järkevää. Luokitellusta aineistosta ryhmäläiset voivat laskea luokkafrekvenssit sekä havainnollistaa aineistoaan pylväsdiagrammilla. Tunnuslukuista ryhmä pystyy näin määrittämään myös moodin ja mediaanin.

Ryhmän 3 tehtävänä on tutustua jonkin julkisen tilan ikärakenteeseen. Oppilaat seuraavat tunnin ajan esimerkiksi kioskiin meneviä asiakkaita ja kysyvät heidän ikäänsä. Tilastollisessa analyysissä ryhmän on luokiteltava aineistonsa sopiviin luokkiin luokkafrekvenssien, moodin ja mediaanin määrittämiseksi. Luokitellusta aineistosta on helppoa piirtää esimerkiksi pylväsdiagrammi tai histogrammi. Koska ikä noudattaa välimatka-asteikkoa, aritmeettinen keskiarvo ja vaihteluväli on mahdollista määrittää suoraan aineistosta ilman luokittelua.

Ryhmä 4 havainnoi tunnin ajan jonkin tienosuuden liikennettä. Oppilaiden tulee laskea ohi kulkevien autojen, mopojen, pyörien ja jalankulkijoiden lukumäärä. Kulkuvälinetyyppi noudattaa luokitteluasteikkoa, joten ainoa määritettävissä oleva

keskiluku on moodi. Oppilaat voivat selvittää aineistonsa perusteella kutakin kulkuvälinetyyppiä vastaavan suhteellisen frekvenssin ja piirtää sektoridiagrammin. Myös pylväsdiagrammia voi hyödyntää.

Oppilaat joutuvat itse miettimään aineistoonsa soveltuvat tunnusluvut ja diagrammit. Opettaja voi tarvittaessa projektin aikana ohjata ryhmiä kohti järkevä tilastollista käsittelyä. Diagrammien piirtäminen on hyvä toteuttaa tietokoneella, mutta jos tämä ei ole mahdollista, diagrammit voi piirtää myös käsin.

Ryhmätyöskentelyyn on varattava aikaa kahdesta kolmeen oppituntiin ja esityksiin yhdestä kahteen oppituntia. Tarkemmat ohjeet projektin toteuttamiseen löytyvät liitteessä B.4.

4.4.3 Pohjautuminen opetussuunnitelman perusteisiin

Vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteiden tavoitteisiin kuuluu seuraavat todennäköisyyksiin ja tilastoihin kuuluvat aihealueet: frekvenssi ja suhteellinen frekvenssi, keskiarvon, tyyppiäarvon ja mediaanin määrittäminen, hajonnan käsite, diagrammien tulkinta sekä tietojen kerääminen, muuntaminen ja esittäminen käyttökelpoisessa muodossa. Päättöarvioinnin kriteereissä arvosanaan 8 vaaditaan, että oppilas osaa ”lukea erilaisia taulukoita ja diagrammeja ja määrittää annetusta aineistosta frekvenssit, keskiarvon, mediaanin ja tyyppiäarvon”. [50, s. 165, 167]

Vuoden 2016 perusteluonnosten tavoitteet painottavat samoja tilastoihin liittyviä aihealueita kuin vuoden 2004 perusteetkin. Vuoden 2016 luonnoksissa mainitaan kuitenkin erikseen taulukkolaskentaohjelmien hyödyntäminen tilastojen käsittelyssä. [53, s. 123]

Projektissa kehittyvät molemmissa opetussuunnitelman perusteissa [50; 53] mainitut metataidot. Lisäksi projektit tuovat matematiikkaa lähemmäs oppilaiden arkea.

4.4.4 Projektin edut ja ongelmakohdat

Perinteiseen matematiikan opetukseen verrattuna Arjen tilastolaskentaa -projekti on erittäin toiminnallinen. Oppilaat saavat projektin aikana konkreettisesti työskennellä luokatilan ulkopuolella. Projektin matematiikka on myös lähellä arjessa tarvittavaa matematiikkaa.

Koska projekti liittyy tiettyyn matematiikan osa-alueeseen, tilastoihin, sen sijoittaminen opetukseen on helppoa. Kaikki projektissa tarvittava matematiikka kiinnittyy kiinteästi opetussuunnitelman perusteiden sisältöihin.

Diagrammien piirtämisessä hyödynnetään taulukkolaskentaohjelmaa, minkä käytämisen myös uuden vuoden 2016 opetussuunnitelman perusteluonnokset tuovat esiin. Koska tietotekniikka ei ole oma erillinen oppiaineensa, sitä on opittava osana

muita aineita. Vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteissa [50, s. 42–42] on eheyttävä kokonaisuus ihminen ja teknologia ja vuoden 20016 luonnoksissa [52, s. 17] laaja-alaisen osaamisen kokonaisuus tieto- ja viestintätekologinen osaaminen.

Yhteistoiminnallisuus on suuri osa projektia. Sitä kautta oppilaiden vuorovaikutus-, ryhmätyöskentely- ja organisointitaidot saavat harjoitusta. Projekti on ongelmakeskeinen, sillä ryhmällä on käsissään aineisto, jota heidän tulee käsitellä tilastollisesti mahdollisimman järkevästi.

Projektin suurimpana ongelmakohtana voidaan pitää sitä, että ryhmällä on täysin erilaiset työt ja tavoitteet. Tällöin oppilaat eivät voi kokeilla kaikkien diagrammityyppien piirtämistä ja he eivät voi laskea kaikkia tunnuslukuja. Toisten esityksistä ei luultavasti opi yhtä paljon kuin oman tutkimuksen tekemisestä.

Koska ryhmien projektit poikkeavat toisistaan niin sisällöiltään kuin vaikeustasoiltaan, voi työskentelyn arviointi olla haastavaa. Projekteista ei myöskään jää muuta konkreettista tuotosta kuin esityksen pohjana ollut Powerpoint tai posterit, mikä osaltaan tuo haastetta arviointiin. Toisaalta oppilaiden antamaa vertaispalautetta voi jossain määrin hyödyntää.

4.5 Projektien soveltuminen projektioppimiseen

Yleensä projektioppimiseen liitetään seuraavat ominaisuudet: toiminnallisuus, ongelmakeskeisyys, tulostavastuullisuus, yhteistoiminnallisuus ja suunnitelmallisuus [60, s. 2–3]. Näistä toiminnallisuuden, ongelmakeskeisyyden, yhteistoiminnallisuuden ja suunnitelmallisuuden vaatimukset täyttyvät edellä kuvatuissa projekteissa. Esimerkiksi Tietyn budjetin unelmaloma -projekti on hyvä esimerkki ongelmakeskeisestä oppimisesta. Lähtötilanteena on ongelma, joka ryhmän tulee selvittää. Tässä tapauksessa ongelmana on suunnitella unelmaloma tietyllä budjetilla. Lisäksi projekti tapahtuu ryhmissä yhteistoiminnallisuuden periaatteita noudattaen ja sisältää sekä toiminnallisuutta että suunnitelmallisuutta.

Tulostavastuullisuus toteutuu projektien arvioinnissa. Projektin arviointi voidaan toteuttaa opettajan jatkuvan havainnoinnin ja tuotoksen kautta. Arviointi tapahtuu yksinkertaisimmin noudattaen Eteläpellon ja Tourusen arviointikehystä, joka jakaa arvioinnin taustan, prosessin, asenteen ja tuotoksen arviointiin. Opettaja tietää ennestään oppilaidensa taustat ja osaa suhteuttaa heidän työskentelyään aiempaan taitotasoon. Prosessin arvioinnissa opettaja kiinnittää huomiota jokaisen ryhmän ryhmätyöskentelyyn ja yksittäisten oppilaiden yksilötyöskentelyyn. Hän arvioi vuorovaikutusta ja työskentelyn organisointia. Asenne-kohdassa opettaja arvottaa oppilaiden ja ryhmän suhtautumista projektiin. Tuotos-ulottuvuuden arvioinnissa opettaja arvioi projektin tuotosta – olkoon tuotos mikä hyvänsä. Tuotos voi olla projektista riippuen fyysinen tuotos, kuten Aurinkokunta-projektissa, posterit, Powerpoint tai pelkkä esitys. [14, s. 80–81]

Edellä kuvatut projektit soveltuvat projektioppimisen lähtökohdaksi, mikäli projektioppimisen käsite tulkitaan laajasti. Esimerkiksi Hirsjärven mukaan projektiopiskelulla tarkoitetaan itsenäistä tai ryhmissä tapahtuvaa työskentelyä jonkin ongelman ratkaisemiseksi ja käytännöntaitojen harjannuttamiseksi [20, s. 152]. Blummenfieldin ym. määritelmän perusteella projektioppiminen tarkoittaa mielekkäiden ongelmien ympärille keskittynyttä, oppiainerajat ylittävää prosessia, jossa oppilaat organisoiivat omaa työskentelyään ja jonka tavoitteena on valmistaa jonkinlainen tuotos yhteistyössä muiden oppilaiden kanssa [6, s. 371]. McGrath kuvailee projektioppimista seuraavasti: konstruktivistista, yhteistoiminnallista, oppilastutkimusten ohjaamaa, syvällistä ymmärrystä tavoittelevaa, monitieteellistä ja tosielämän kontekstiin sijoittuvaa [42, s. 43]. Toisaalta Vesterisen mukaan projektioppimisen lähtökohta on työelämässä ja asiakkaan näkökulma tulee esiin oppimisprosessissa [80, s. 164–165]. Tässä kappaleessa esiteltyt projektit pohjautuvat oppilaiden arkielämään työelämän sijaan ja tuovat arjen kautta matematiikkaa aidompaan kontekstiin. Muutoin projektit mukailevat Vesterisen projektioppimisen mallia.

Projektioppimisen periaatteita noudattaen oppilas projekteissa on aktiivinen toimija ja opettaja pelkkä oppimisen ohjaaja. Opettaja toimii asiantuntijana ja suuntaa oppilaiden keskusteluja oikeaan suuntaan. [80, s. 62–63] Useissa projekteissa muut oppilaat antavat töistä ja esityksistä palautetta ja näin osallistuvat arviointiin.

Projektioppiminen painottaa erilaisten metataitojen oppimista oppisisältöjen lisäksi [63, s. 24–25]. Kappaleen projekteissa oppilaiden tiedonhankinta-, ryhmätyöskentely-, organisointi- ja vuorovaikutustaidot saavat harjoitusta sekä reflektointikyky kehittyä.

5. YRITYSYHTEISTYÖPROJEKTEJA VUOSILUOKKIEN 7–9 MATEMATIIKAN OPETUKSEEN

Perinteisen matematiikan opetuksen ongelmana on, etteivät oppilaat tiedä, mihin matematiikkaa tarvitaan työelämässä ja miksi matematiikalla on merkittävä osa heidän tulevaisuudessaan. Yritysyhteistyöprojektien tavoitteena on kurssien aihesisältöihin kuuluvan matematiikan opiskelun lisäksi auttaa oppilaita ymmärtämään, että matematiikkaa opiskellaan todellista elämää varten. Lisäksi yritykset tarvitsevat jatkuvasti lisää innostuneita matematiikan osaaajia, joten yhteistyö yritysten kanssa saattaa avata oppilaille uusi ovia tulevaisuuden kannalta. [75]

5.1 Aiemmin toteutettuja projekteja

Teknologiateollisuus ry on suomalaisten teknologiateollisuuden yritysten etujärjestö, jonka tehtävänä on huolehtia teknologiateollisuuden menestymisen edellytyksistä kansainvälisessä kilpailussa. Teknologiateollisuuteen kuuluu viisi päätoimialaa: kone- ja metallituoteteollisuus, elektroniikka- ja sähköteollisuus, metallien jalostus, suunnittelu ja konsultointi sekä tietotekniikka. Teknologiateollisuus työllistää Suomessa 290 000 henkilöä ja kyseessä on Suomen tärkein elinkeino. Teknologiateollisuuden edustamat toimialat valmistavat 55 % Suomen viennistä ja 80 % elinkeinoelämän kehitys- ja tutkimusinvestoinneista. [74]

Yhtenä Teknologiateollisuus ry:n tavoitteena on edesauttaa matemaattisten aineiden opetusta luomalla oppilaille tilaisuuksia tutustua teollisuuteen. Teknologiateollisuus pyrkii auttamaan oppilaita ymmärtämään, mihin matematiikkaa, kemiaa ja fysiikkaa tarvitaan työelämässä. [74] Talvella 2003–2004 Teknologiateollisuus ry toteutti yhteistyössä Jyväskylän yliopiston matematiikan aineenopettajaopiskelijoiden kanssa kolme melko läheisesti projektioppimiseen liittyvää opetuskokeilua. Kokeilut kohdistuivat yläkoulun matematiikkaan ja projekteissa oppilaat pääsivät tutustumaan oikeisiin teollisuusyrityksiin. [75]

Ensimmäisessä projektissa eräs yhdeksäs luokka opiskeli tilastotiedettä yhteistyössä metallikomponentteja valmistavan Melconetin kanssa. Ennen yritysvierailua luokka opiskeli pareittain tilastotiedettä yrityksen tilastojen avulla. Tämän jälkeen luokka pääsi yrityksessä mittamaan vastaavaa aineistoa, mitä he olivat aiemmin

pareittain tutkineet. [75]

Toinen projekti kohdistui arvioinnin opiskeluun seitsemännellä luokalla ja projekti toteutettiin yhteistyössä magneettikuvauslaitteita valmistavan Philips Medical Systems MR Technologies Finland Oy:n kanssa. Projektin aluksi oppilaat tekivät arviointiin liittyviä tehtäviä koululla ja tutustuivat internetin avulla kohdeyritykseen sekä magneettikuvauslaitteisiin. Oppilaat myös keksivät yritykselle esitettäviä kysymyksiä. Opintokäynnillä oppilaille pidettiin yleisesittely yrityksestä ja magneettikuvauslaitteista. Tämän jälkeen oppilaat pääsivät kahdessa ryhmässä kokeilemaan magneettikuvauslaitteen ulkopuolella olevan magneettikentän voimakkuutta ja laskemaan magneettikuvauslaitteen rakentamiseen liittyvän laskun. Vierailun lopuksi opettajasta otettiin magneettikuvat. Projektin lopuksi oppilaat tekivät koululla arviointiin ja yhteistyöyritykseen liittyvän tehtäväpaketin. [75]

Kolmannessa projektissa kahdeksaluokkalaiset tekivät mallintamisen opiskelussa yhteistyötä jätepumppuja valmistavan Grundfosin kanssa. Ennen yritysvierailua oppilaat tutustuvat yhteistyö yritykseen ja sen valmistamiin tuotteisiin. Oppilaat myös tutustuivat pumpun ominaiskäyrään, kuvaajien tulkitsemiseen ja verrannollisuuteen. Opintokäynnillä oppilaille kerrottiin tarkemmin yrityksestä, yrityksen valmistamista tuotteista ja työnteosta yrityksessä. Oppilaat myös laskivat vastaavan pumpun ominaiskäyrään liittyvän tehtävän kuin koulussakin. Vierailun lopuksi oppilaat tutustuivat kolmena ryhmänä yritykseen. Vierailun jälkeen oppilaat laskivat tehtäviä liittyen yhteistyöyrityksessä tarvittavaan matematiikkaan. [75]

Jotta yritysyhteistyöprojektit onnistuvat matemaattisissa aineissa, vaaditaan opettajan ja yrityksen edustajan välistä yhteistyötä, oppilaiden ennakkovalmistautumista opintokäynteihin, ajankäytön tarkkaa suunnittelua niin, ettei aikataulu ole liian tiukka ja turhaa odottelua ei jää, sekä kohdennusta. Kohdennuksella tarkoitetaan oppilaiden taitotason ja opiskeltavan matematiikan huomioimista. Projektin lopuksi on hyvä pitää päättöpalaveri opettajan ja yrityksen edustajan välillä, jotta voidaan keskustella mahdollisista kehityskohteista ja yhteistyön jatkamisesta. [75]

5.2 Pientä pintaremonttia -projekti

Pientä pintaremonttia -projekti tutustuttaa oppilaat rautakaupassa tarvittavaan matematiikkaan. Rautakaupasta löytyy valtavasti matematiikan sovelluskohteita, mutta tässä projektissa keskitytään erityisesti maaleihin, tapetteihin ja jalkalistoihin sekä niiden matematiikkaan. Projektisuunnitelma on toteutettu yhteistyössä Ylöjärven Rautia Toikkosen kanssa.

5.2.1 Matemaattinen tausta

Matemaattiselta taustaltaan projekti pohjautuu suurelta osin tasogeometriaan. Projektissa tarvitaan piirin määrittämistä ja suorakulmion pinta-alan laskemista. Tämän lisäksi projekti vaatii peruslaskutaitoa, kuten suhteen ja verrannollisuuden hyödyntämistä sekä päättelytaitoa.

Suorakulmion ala

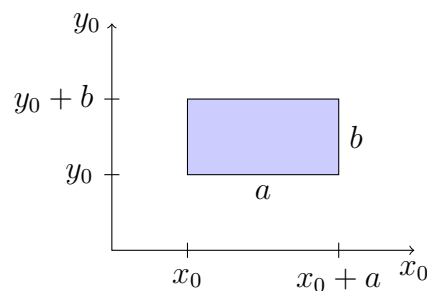
Suorakulmiolla tarkoitetaan suunnikasta, jonka kaikki kulmat ovat suoria [29, s. 51]. Lauseessa 2 määritetään yhtälö suorakulmion pinta-alan laskemiseksi.

Lause 2. ([29], s. 49, 51) *Suorakulmion pinta-ala on $A = ab$, missä a ja b ovat suorakulmion sivujen pituuksia.*

Todistus. Todistus perustuu integraalilaskentaan. Oletetaan tunnetuksi, että joukon A pinta-ala on

$$a(A) = \iint_A dA = \iint_A dx dy \quad [24, s. 61]. \quad (5.1)$$

Olkoon kuvan 5.1 mukainen suorakulmio.



Kuva 5.1: Suorakulmion pinta-ala.

Suorakulmion ala on yhtälön 5.1 mukaisesti

$$A = \int_{y_0}^{y_0+b} \int_{x_0}^{x_0+a} dx dy = \int_{y_0}^{y_0+b} a dy = ab.$$

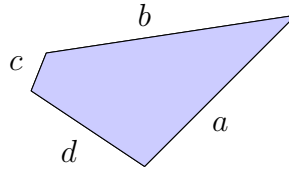
Täten $A = ab$. □

Monikulmion piiri

Monikulmiolla tarkoitetaan tasokuviota, joka rajoittuu suljettuun, itseään leikkaamattomaan murtoviivaan [29, s. 25]. Monikulmion piiri määritellään seuraavasti.

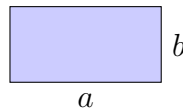
Määritelmä 10. ([29], s. 25) *Monikulmion piiri on monikulmiota rajoittavan murtoviivan pituus.*

Toisaalta piirillä voidaan tarkoittaa myös itse monikulmiota rajoittavaa murtoviivaa. Esimerkiksi kuvan 5.2 mukaisen nelikulmion piiri on $p = a + b + c + d$, missä a , b , c ja d ovat nelikulmion sivujen pituudet. [29, s. 51]



Kuva 5.2: Nelikulmio.

Toisaalta kuvan 5.3 mukaisen suorakulmion piiri on $p = a + a + b + b = 2(a + b)$, missä a ja b ovat suorakulmion sivujen pituudet. [29, s. 51]



Kuva 5.3: Suorakulmio.

Muille tasokuvioille piiri määritetään vastaavasti.

5.2.2 Rautia Toikkonen, Ylöjärvi

Rautia on valtakunnallinen rautakauppaketju, jolla on toimipisteitä lähes 100 paikakunnalla Suomessa. Ketjun tunnusmerkkeinä voidaan pitää paikallisuutta ja rakennusalan asiantuntemusta. [65]

Tämä esimerkkiprojekti on suunniteltu toteutettavaksi Ylöjärven Rautia Toikkosessa. Kyseinen rauta- ja rakennustarvikkeiden liike on perustettu vuonna 1989 ja se on Rautia-ketjuun kuuluva itsenäinen yksikkö. [16] Projekti toteutetaan pääosin Rautia Toikkosen sisustusosastolla.

5.2.3 Projektin kuvaus

Projektin tarkoituksena on tutustua rautakaupassa tarvittavaan matematiikkaan. Sen lisäksi, että oppilaat näkevät, kuinka paljon rautakaupan myyjä käyttää työssään matematiikkaa, he saavat yleiskuvaa remontointiin liittyvästä matematiikasta myös asiakkaan silmin.

Oppilaiden tavoitteena on projektin aikana suunnitella pintaremontti omaan huoneeseensa. He voivat suunnitelmassaan tapetoida tai maalata seinät, maalata katon ja asentaa jalkalistat. Toiveena on, että remontissa käytettäisiin sekä maalia että tapettia.

Projektin aluksi opettaja antaa oppilaille kotitehtäväksi mitata oman huoneensa mitat. Tämä tarkoittaa seinien sekä ovien ja ikkunoiden leveyttä ja korkeutta. Jos

oma huone on muodoltaan liian hankala oppilaan taitotasoon nähden eli siinä on esimerkiksi kaarevia seiniä, oppilas voi käyttää suunnitelmassaan jotain muuta huonetta. Ennen yritysvierailua oppilaat tekevät alustavat suunnitelmat siitä, kuinka he remontoivat huonettaan ja laskevat seinien ja katon pinta-alat sekä lattian piirin. Myös remonttibudjettia on hyvä miettiä materiaalien osalta.

Yritysvierailu Ylöjärven Rautia Toikkoseen alkaa yrityksen edustajan lyhyellä yritysesittelyllä ja liikkeeseen tutustumisella. Edustaja kertoo, mihin rautakaupassa tarvitaan matematiikkaa. Tämän jälkeen siirrytään rautakaupan sisustusosastolle, jossa edustaja esittelee maaleja, tapetteja ja jalkalistoja sekä niihin liittyvää matematiikkaa.

Projektissa oletetaan, että tarvittava maalimäärä riippuu maalattavasta pinta-alasta, maalin riittoisuudesta kyseisellä pinnalla ja käsittelyjen lukumäärästä. Ohenusta ei oteta huomioon. Maalipurkissa ilmoitetaan maalin riittoisuus $\left[\frac{l}{m^2}\right]$ sekä sileälle pinnalle että karkealle pinnalle. Maalattava pinta-ala ja käsittelyjen lukumäärä on oppilaan arvioitavissa ja laskettavissa. Oppilaan tulee ilmoittaa tarvittava maalimäärä purkkeina, joten purkkikoot on huomioitava. Maalin hintaan vaikuttaa maalimerkin ja määrän lisäksi myös mahdollinen sävyte, jonka hinta on huomioitava budjetissa. [76]

Tapetit myydään rullissa, joilla on tietty pituus, leveys ja hinta. Oppilaiden tulee selvittää, kuinka monta tapettirullaa he remonttiinsa tarvitsevat. Jalkalistoissa oleellista on puolestaan vain pituus ja hinta. Oppilaiden on laskettava, monta jalkalistaa remonttiin tarvitaan. [65]

Materiaalien lisäksi pintaremonttia tehdessä tarvitaan muun muassa pensseleitä, suojia, liisteriä ja maalarinteippiä, jotka oppilaat voivat huomioida budjetissaan. Esittelyn jälkeen oppilailla on aikaa tutustua maaleihin, tapetteihin ja jalkalistoihin sekä kerätä niistä tarvittavia tietoja ylös. Liitteessä B.5 on Tarvittavia tietoja -moniste, johon oppilaiden on helppo koota tietoja.

Vierailun jälkeen oppilaat viimeistelevät remonttisuunnitelmansa liikkeestä saatujen tietojen avulla sekä laskevat, kuinka paljon he tarvitsevat kutakin materiaalia. He myös tekevät laskelman siitä, kuinka paljon remontti tulisi materiaalien osalta maksamaan. Jos jokin oleellinen tieto on jäänyt kirjaamatta ylös, materiaaleista löytyy tietoa myös internetistä. Lopuksi oppilaat valmistavat luokan seinälle posterit, jossa he esittelevät remonttisuunnitelmansa, huoneensa koon, tarvittavat materiaalit ja niiden määrän sekä remonttibudjetin.

Projekti voidaan muokata myös toteutettavaksi pareittain tai ryhmässä. Tällöin myös remontoitavaa kohdetta on mahdollista suurentaa eli oman huoneen sijasta voidaan remontoida koko asuntoa. Tapettien, maalien ja jalkalistojen lisäksi remonttiin on mahdollista sisällyttää myös esimerkiksi lattian vaihto ja kylpyhuoneen laatoitusta. Tällöin jokaisella ryhmäläisellä voi olla oma vastuualueensa, johon kukin pa-

neutuu tarkemmin. Esimerkiksi neljän hengen ryhmissä yksi voi tutustua maaleihin, yksi tapetteihin ja jalkalistoihin, yksi lattiamateriaaleihin ja yksi kaakeleihin.

Jos projektin lopuksi jää ylimääräistä aikaa oppilaat tai ryhmät voivat valmistella esityksen omasta sisustuksesta posterin lisäksi. Tällöin myös luokan muilla oppilailla on mahdollisuus kommentoida sisustusta. Tarkemmat tiedot projektista löytyvät liitteestä B.5.

5.2.4 Pohjautuminen opetussuunnitelman perusteisiin

Vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteiden keskeisiin sisältöihin vuosiluokilla 7–9 kuuluvat säännölliset monikulmiot, kolmioihin ja nelikulmioihin liittyvät käsitteet sekä tasokuvioiden piirin ja pinta-alan laskeminen. Päättöarvioinnin kriteerit arvosalalle kahdeksan vaativat, että oppilas osaa soveltaa piirin ja pinta-alan laskutapoja, tunnistaa geometrisia muotoja ja osaa suorittaa mittauksia sekä niihin liittyviä laskelmia. [50, s. 165, 167] Vastaavat sisällöt ja arvioinnin kriteerit löytyvät myös vuoden 2016 opetussuunnitelman perusteluonnoksista. [53, s. 123, 129] Molemmat opetussuunnitelman perusteet korostavat myös suhteen ja verrannollisuuden hallintaa [50; 53].

Opetussuunnitelman perusteet 2004 painottavat matematiikan ja reaali maailman yhteyksien näkemistä ja vuoden 2016 luonnokset matematiikan hyödyllisyyden ymmärtämistä arkielämässä. 2016 perusteluonnoksien mukaan konkreettialla ja toiminnallisuudella on keskeiset osat matematiikan opetuksessa. [50; 53]

Varsinkin vuoden 2016 perusteluonnokset pitävät tärkeänä oppilaan myönteistä asennetta matematiikkaa kohtaan ja motivaation vahvistamista [53, s. 121]. Pientä pintaremonttia -projektin tarkoituksena on tuoda oppilaiden tietoisuuteen rautakaupan myyjän työssään tarvitsevaa matematiikkaa sekä tavallisen remontoijan matematiikkaa. Tavoitteena on motivoida oppilaita sillä, että matematiikkaa todellakin tarvitaan työelämässä ja arjessa.

5.2.5 Projektin edut ja ongelmakohdat

Projektin suurimpana etuna voidaan pitää sen toteutuksen helppoutta. Projekti on toteutettavissa minkä tahansa rautakaupan kanssa yhteistyössä, joten matka vierailukohteeseen pysyy melko lyhyenä. Koska mahdollisia vierailukohteita on paljon, vierailuista ei aiheudu kohtuutonta kuormaa yhtä rautakauppaa kohden.

Projektin vahvuutena voitaneen pitää myös sitä, että sen avulla tutustutaan sekä rautakaupan myyjän työssään tarvitsemaan matematiikkaan että tavallisen remontoijan remontissaan tarvitsemaan matematiikkaan. Projektissa yhdistyvät työ- ja arkielämän näkökulmat, mikä on projektioppimisen kannalta erittäin suotuisaa.

Kokonaisuudessaan projekti kiinnittyy kiinteänä osana opetussuunnitelman perusteiden matematiikan osaamistavoitteisiin. Piirin ja pinta-alan laskeminen on tärkeä osa projektia. Projekti ei siis sisällä vain opetussuunnitelman yli menevää asiaa.

Projektia pystytään myös muokkaamaan ryhmän mukaan. Jos ryhmälle sopii paremmin yksintyöskentely, projekti on järkevää toteuttaa yksilötyönä, mutta projekti mahdollistaa tarvittaessa pari- ja ryhmätyöskentelynkin. Mikäli oppilaiden esiintymistaitoa halutaan kehittää, kukin oppilas, ryhmä tai pari voi esitellä suunnitelman- sa koko luokalle, jolloin vertaispalautteen antaminen on helppoa.

Projektin huonona puolena voidaan pitää sitä, että yritysvierailu kuluttaa suhteessa enemmän aikaa kuin pelkkä luokassa tapahtuva työskentely. Toisaalta vierailu tuo projektiin uusia näkökulmia ja lisää projektin toiminnallisuutta. Jotta luokka voisi suorittaa projektin, opettajan on uskallettava kokeilla uutta työskentelytapaa ja uhrattava aikaansa yhteistyöhön yrityksen kanssa. Myös ryhmän matkat kohdeyritykseen voivat aiheuttaa kuluja koulun sijainnista riippuen.

Projektin arvostelu voi tuntua opettajasta haastavalta, sillä sekä projekti itsessään että projektin tuotos sisältävät muitakin osa-alueita kuin pelkkien laskujen oikeellisuuden. Tärkeää on myös kokonaisuuden hahmottaminen.

5.3 Painotalon matematiikka tutuksi -projekti

Projektissa kerrataan geometriaa, prosenttilaskuja ja suurten lukujen käsittelyä. Tärkeässä osassa projektissa on myös ongelmanratkaisutaito. Projektin päätavoitteena on kuitenkin osoittaa oppilaille, kuinka suuri merkitys matematiikalla on työelämässä. Projektin aikana oppilaat näkevät, minkälaista matematiikkaa painotalossa tarvitaan. Projektisuunnitelma on toteutettu yhdessä UPC Printin kanssa.

5.3.1 UPC

UPC Center muodostuu seuraavista osa-alueista: UPC Print, UPC Media ja UpCode. UPC Print on toimialajohtaja painetun tiedon tuotannossa ja menetelmällisessä osaamisessa. UPC Median tarjontaan kuuluu puolestaan erilaisia mediaratkaisuja ja monikanavaista sisältöä, suunnittelua ja tuotantoa. UpCode tarjoaa maailmanluokan mobiiliteknologian ratkaisuja. UPC:n pääkonttori sijaitsee Vaasassa, jossa UPC:llä on yli sata työntekijää. [78] Tässä työssä esitelty projekti kiinnittyy UPC Printin toimintaan.

5.3.2 Projektin kuvaus

Painotalon matematiikka tutuksi -projekti jakautuu kolmeen vaiheeseen: pohdinta-tehtäviin ennen yritysvierailua, yritysvierailuun ja tehtäviin vierailun jälkeen. Projekti aloitetaan koulussa tutustumalla ryhmissä internetin avulla yritykseen nimeltä

UPC. Samalla oppitunnilla ryhmät saavat myös mietittäväkseen neljä pohdintatehtävää, jotka käsittelevät mainosnippujen asettelemista kuormauslavoille. Tehtävät on esitetty liitteessä B.6. Matemaattiselta perustaltaan pohdintatehtävät liittyvät geometriaan ja ongelmanratkaisuun. Tehtävien vastauksia ei käydä läpi yhteisesti ennen vierailua, joten oppilaat voivat halutessaan jatkaa kotona niiden miettimistä. Lisäksi oppilaat saavat tietoonsa varsinaisen projektitehtävän, jotta he osaavat kiinnittää vierailulla huomiota oleellisiin asioihin. Projektitehtävänä on suunnitella, kuinka pakata 350 000 8-sivuista mainoslehtistä lavoille.

Projektin toisessa vaiheessa luokka pääsee tutustumaan yhteen UPC Centerin osa-alueeseen, UPC Printiin. Yritysvierailu aloitetaan tuotantotilakierroksella, jonka aikana oppilaat saavat kokonaiskuvan painotalon toiminnasta. Tämän jälkeen yrityksen esittelijä kertoo toimistotiloissa enemmän yrityksen toiminnasta ja varsinkin yrityksessä tarvittavasta matematiikasta. Esittelijä käy erityisesti oppilaiden kanssa läpi sitä matematiikkaa, jota toimistossa tarvitaan tuotannon työohjeiden valmistukseen. Vierailun lopuksi oppilaat palaavat tuotantotiloihin, jossa he saavat käytännössä toteuttaa pohdintatehtävissä olleet kuormauslavojen pakkaamistehtävät. Tällöin oppilaat näkevät konkreettisesti, mitä eroa tehtävien erilaisilla pakkaustavoilla on.

Vierailun jälkeisillä oppitunneilla oppilaat tekevät ryhmissä liitteessä B.6 olevaa monistetta, jossa hyödynnetään vierailulta saatuja tietoja. Tehtävien valmistuttua ryhmät esittelevät oman osuutensa tehtävistä muulle luokalle. Tämän jälkeen ryhmät paneutuvat varsinaiseen projektitehtävään. Ryhmien tulee suunnitella, kuinka he pakkaisivat 350 000 kappaletta 8-sivuista mainoslehtistä. Tehtävämonisteessa, joka on liitteessä B.6, on luetteloituna tehtävän hahmottamista helpottavia suureita. Tarvittavat tiedot löytyvät aiemmista tehtävistä, yritysvierailulta ja internetistä. Osaa suureista voi approksimoida jollain järkevällä arvolla. Lopuksi käytettävissä olevasta ajasta ja oppilaiden kiinnostuksesta riippuen ryhmät joko esittelevät aikaansaannoksensa muulle luokalle tai palauttavat opettajalle pakkaussuunnitelman raportin muodossa. Mikäli pakkaussuunnitelmat esitellään muulle luokalle, muut ryhmät voivat antaa niistä rakentavaa palautetta.

5.3.3 Pohjautuminen opetussuunnitelman perusteisiin

Projektissa tutustutaan yksinkertaiseen matematiikan sovelluskohteeseen työelämässä. Vuoden 2016 perusteluonnosten mukaan: ”Opetus ohjaa oppilasta ymmärtämään matematiikan hyödyllisyyden omassa elämässään ja laajemmin yhteiskunnassa.” Toisaalta vuoden 2004 perusteissa todetaan, että oppilaan on opittava ”näkemään matematiikan ja reaali maailman välisiä yhteyksiä”. Projekti tukee näiden tavoitteiden täyttymistä. [50; 53]

Sekä vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteet että vuoden 2016 perusteluon-

nokset tuovat esiin matemaattisen ongelmanratkaisutaidon tärkeyden. Opetuksen tulee ”kehittää oppilaan taitoa ratkaista loogista ja luovaa ajattelua vaativia matemaattisia ongelmia”. Projekti tukee kertauksen omaisesti myös molemmissa opetussuunnitelman perusteissa mainittuja peruslaskutaitojen kehittymistä, pinta-alan laskemista ja prosenttiosuuden laskemista. [50; 53]

Ryhmätyöskentelyssä kehittyvät yhteistyö- ja vuorovaikutustaidot, jotka mainitaan molemmissa opetussuunnitelmissa. Omia vastauksia esitettäessä täsmällinen ilmaisu saa harjoitusta. [50; 53]

5.3.4 Projektin edut ja ongelmakohdat

Projektin suurimpana etuna voidaan pitää sitä, että projektin aikana oppilaat näkevät konkreettisen, työelämään sijoittuvan sovelluskohteen matematiikalle. Tätä kautta oppilaiden motivaatio matematiikan oppimiseen lisääntyy. Osa projektista tapahtuu luokahuoneen ja koko koulun ulkopuolella, jolloin oppilaat saavat oppimiskokemuksia perinteisten opetustilojen ulkopuolella.

Projektissa hyödynnetään matematiikkaa useasta eri osa-alueesta: geometriaa, prosenttilaskua, ongelmanratkaisua ja peruslaskutoimituksia. Myös todellisessa elämässä joudutaan usein yhdistelemään eri matematiikan osa-alueita saman ongelman ratkaisemiseksi, joten jo koulussa on hyvä tehdä tehtäviä, joissa hyödynnetään käsiteltävän asian lisäksi aiemmin opittuja taitoja.

Toisaalta se, ettei projekti varsinaisesti kuulu yhteen selkeään yläkoulussa käsiteltävään matematiikan osa-alueeseen, voidaan nähdä myös projektin heikkoutena. Projektin sijoittaminen opetukseen on haastavaa, sillä sen avulla ei opiskella varsinaisesti uutta asiaa. Toisaalta projektissa kehittyvät monet opetussuunnitelmassakin mainitut taidot.

Mikäli oppilaat palauttavat varsinaisesta projektitehtävästä raportin opettajalle, opettajan on melko helppoa perinteisin menetelmin arvioida ryhmän tuotosta. Approksimoinnin järjestyminen, laskujen oikeellisuus ja perustelujen riittävyys ovat hyviä arvioinnin kriteerejä. Tämän lisäksi Eteläpellon ja Tourusen arviointikehystä noudaen olisi hyvä kiinnittää huomiota ryhmätyöskentelyyn, jokaisen oppilaan yksilötyöskentelyyn oma aiempi taitotaso huomioiden sekä oppilaiden asenteeseen projektia kohtaan. Asemne-ullottuvuuteen kuuluu muun muassa aktiivisuus vierailun aikana ja yleinen suhtautuminen projektiin.

Perinteiseen opetukseen verrattuna projekti vaatii opettajalta motivaatiota ottaa selvää yhteistyöyrityksestä ja aikaa huolehtia vierailun järjestelyistä. Projekti kuluttaa myös opetukseen mitoitettua aikaa, mikä on poissa muusta opetuksesta.

Projektin toteuttaminen voi olla haastavaa pitkien välimatkojen takia, sillä painotaloja ei ole jokaisen koulun läheisyydessä. Tämän vuoksi painotalovierailua ei voida toteuttaa joka puolella Suomea.

5.4 Käyttäjätutkimus -projekti

Projektissa harjoitellaan tai kerrataan tilastollisten tunnuslukujen laskemista ja aineiston havainnollistamista diagrammeilla. Lisäksi tutustutaan tilastollisen tutkimuksen tekemiseen. Projektin tavoitteena on toteuttaa todellinen käyttäjätutkimus oikeaan yritykseen niin, että yritys hyötyy konkreettisesti oppilaiden tekemästä tutkimuksesta. Projektin matemaattinen tausta vastaa Arjen tilastolaskentaa -projektin matemaattista taustaa, joten sitä ei käsitellä erikseen.

5.4.1 Projektin kuvaus

Projektissa tehdään kiinteää yhteistyötä jokin yrityksen tai vastaavan tahon kanssa. Projektia voidaan pitää esimerkiksi peruskoulun matematiikan päättötyönä.

Projekti jakautuu neljään vaiheeseen: tutkimuksen suunnitteluun, aineistonkeruuseen, tilastolliseen käsittelyyn ja tulosten esittelyyn. Tutkimuksen suunnittelu alkaa luokan jakamisella viiteen noin neljän henkilön ryhmään. Jokainen ryhmä miettii, minkä tyyllisen yrityksen tai vastaavan tahon kanssa heitä kiinnostaisi tehdä yhteistyötä. Yhteistyökumppani voi olla esimerkiksi kirjasto, kuntosali, jonkin alan myymälä, ravintola tai kahvila. Projektin toteuttamiseen on kaksi vaihtoehtoa: yksi yhteinen yhteistyökumppani tai oma yhteistyökumppani jokaiselle ryhmälle. Mikäli kaikilla ryhmillä on sama yhteistyökumppani, opettajan rooli tehtävien jakamisessa ja eri ryhmien tulosten kokoamisessa on keskeisempi. Jos ryhmillä on omat yhteistyökumppaninsa, ryhmät voivat toimia itsenäisemmin, mutta opettajalla on suuri työ yhteistyökumppaneiden hankinnassa ja ryhmien toiminnan valvomisessa.

Mikäli ryhmillä on yksi yhteinen yritys tai muu vastaava tutkimuskohde, tutkimuksen suunnittelu voidaan aloittaa yhteistyökumppanin edustajan vierailulla luokkaan. Edustaja kertoo, mitä hänen edustamansa taho tutkimukselta haluaa ja minkä tyyllisiä tutkimuskysymykset ovat. Vastaavasti jos yhteistyökumppaneita on useita, vierailut voidaan toteuttaa esimerkiksi Skypen välityksellä, mikäli fyysinen tapaaminen on haastavaa järjestää.

Tapaamisen jälkeen ryhmät pohtivat tutkimukseen soveltuvaa aineistonkeruutapaa. Aineisto voidaan kerätä haastattelemalla, kyselylomakkeella, havainnoimalla tai yhdistämällä edellä mainittuja keruumenetelmiä. Jokainen ryhmä suunnittelee soveltuvan haastattelurungon/kyselylomakkeen/havainnointilomakkeen. Mikäli yrityksiä on vain yksi, lopuksi on koottava yhteisesti paras mahdollinen haastattelurunko/lomake. Opettaja tai ryhmät lähettävät haastattelurunkonsa/lomakkeensa tarkistettavaksi yrityksen edustajalle/yritysten edustajille.

Jos yhteistyökumppaneita on vain yksi, ryhmät toteuttavat samanlaisen aineistonkeruun eri aikoina. Aineistonkeruu voidaan tehdä esimerkiksi eri viikonpäivinä tai eri kellonaikoina. Mikäli ryhmillä on omat yhteistyökumppaninsa, aineistonkeruu

toteutetaan yhteistyökumppanin toiveiden mukaisesti.

Aineistonkeruun jälkeen ryhmät käsittelevät saamansa aineiston tilastollisesti. Tilastolliseen käsittelyyn kuuluu tunnuslukujen laskeminen ja aineiston havainnollistaminen sopivin diagrammein. Mikäli yhteistyökumppaneita on vain yksi, ryhmässä tapahtuvan käsittelyn jälkeen on yhteisesti koottava eri ryhmien aineistot ja tulokset sekä jatkettava käsittelyä niiden pohjalta. Tällöin opettaja voi jakaa tehtäviä eri ryhmien kesken. Varsinaisten laskujen ja diagrammien lisäksi toivotaan johtopäätöksiä. Tilastollinen käsittely on helpointa toteuttaa esimerkiksi Excel-taulukkolaskentaohjelmalla.

Projektin lopuksi ryhmät esittelevät aikaansaannoksensa muulle luokalle ja yhteistyökumppan(e)ille. Muut ryhmät voivat kommentoida esityksiä ja saatuja tuloksia. Tämän lisäksi opettajalle ja yhteistyökumppan(e)ille palautetaan raportti tutkimuksesta. Mikäli raporttiin halutaan käyttää enemmän aikaa ja paneutumista, raportin kirjoitus voidaan toteuttaa äidinkielen opetuksen yhteydessä.

Tarkemmat tiedot projektista ovat liitteessä B.7. Liitteessä on eriteltynä myös projektiin kuluva aika.

5.4.2 Pohjautuminen opetussuunnitelman perusteisiin

Vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteiden keskeisiin sisältöihin kuuluvat frekvenssi ja suhteellinen frekvenssi, keskiarvon, tyyppi-arvon ja moodin määrittäminen, hajonnan käsite, diagrammien tulkinta sekä tietojen kerääminen, muuntaminen ja esittäminen käyttökelpoisessa muodossa [50, s. 165]. Vastaavasti 2016 opetussuunnitelman perusteiden keskeisiin sisältöalueisiin kuuluvat oppilaan tiedon keräämis-, jäsentämis- ja analysointitaitojen vahvistaminen, keskiarvon ja tyyppi-arvon ymmärtäminen, frekvenssin, suhteellisen frekvenssin ja mediaanin määrittämisen oppiminen, hajonnan käsitteeseen tutustuminen sekä diagrammien tulkinta ja tuottaminen [53, s. 112].

Projektissa on työskenneltävä keskittyneesti ja pitkäjänteisesti sekä toimittava ryhmässä, mitä pidetään eräänä vuoden 2004 perusteiden tavoitteina. Perusteiden tavoitteiden mukaan ajatukset on ilmaistava yksiselitteisesti ja omat päätelmät on perusteltava, mikä tulee esiin raportoinnissa. [50, s. 165]

Vuoden 2016 perusteluonnokset korostavat matematiikan soveltamista muissa oppiaineissa ja ympäröivässä yhteiskunnassa sekä oppilaiden tiedonhallinta- ja analysointitaitojen kehittämistä. Lisäksi perusteluonnoksissa mainittu tieto- ja viestintätekniikan soveltaminen tulee esiin tilastollisessa käsittelyssä. [53, s. 109–110]

Vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteet myös vaativat, että opetussuunnitelmassa on oltava kuvaus siitä, kuinka koulun toiminnan tasolla tehdään yhteistyötä paikallisen työ- ja elinkeinoelämän kanssa. Yhteistyö voi muodostua esimerkiksi työelämän edustajien vierailuista kouluissa, tutustumiskäynneistä työpaikoilla, pro-

jehtitöistä, tiedotusmateriaalien käytöstä ja työelämään tutustumisista. [50, s. 23]

Lisäksi ryhmätyöskentely kehittää yhteistyö- ja vuorovaikutustaitoja, joita molemmat opetussuunnitelman perusteet korostavat. Samoin ongelmanratkaisu kehittyy projektin myötä. [50; 53]

5.4.3 Projektin edut ja ongelmakohdat

Suurin etu projektissa on se, että oppilaat pääsevät tekemään jotain, mikä oikeasti hyödyttää yhteistyökumppania. Eräs projektioppimisen eduista onkin Prittisen mukaan se, että oppilaitos voi olla hyödyksi yhteiskunnalle kasvatus- ja koulutus-tehtävänsä lisäksi [63, s. 21–23]. Koska kyseessä on perusopetus, oppilaiden rajalliset matemaattiset taidot rajoittavat kuitenkin markkina-arvoa omaavien tuotteiden valmistamista. Tilastomatematiikka on kuitenkin osa-alue, jossa hyvin yksinkertaisilla matemaattisilla työkaluilla pystyy tekemään tutkimusta.

Projekti on helppo toteuttaa missä päin Suomea tahansa, sillä sopivia yhteistyökumppaneita löytyy pienemmiltäkin paikkakunnilta. Yhteistyökumppaniksi voidaan valita lähes minkä tahansa alan yrityksen tai muun vastaavan tahon.

Mikäli ryhmät tekevät projektinsa eri yhteistyökumppaneiden kanssa, oppilaat joutuvat ottamaan vastuuta työskentelystään ja olemaan itse yhteydessä yhteistyökumppaniin, sillä opettaja ei ehdi olla jatkuvasti mukana jokaisen ryhmän projektissa. Tätä voidaan pitää hyvänä asiana siinä mielessä, että oppilaat saavat tuntumaa työelämään. Ryhmien vapaus tehdä projektia itsenäisesti tuo heille myös vastuuta. Toisaalta valvonnan vähäisyys antaa mahdollisuuden erilaiseen häiriökäyttäytymiseen.

Projekti kehittää useita opiskelussa ja työelämässä tarvittavia metataitoja. Näistä tärkeimpinä voidaan pitää ryhmätyöskentely- ja vuorovaikutustaitoja, ongelmanratkaisukykyä, pitkäjänteisyyttä, vastuuntuntoa, organisointikykyä, tietoteknisiä taitoja sekä tiedonhallinta- ja analyysitaitoja.

Projektin voidaan katsoa ylittävän oppiainerajoja, sillä äidinkielen tavoitteisiin esimerkiksi vuoden 2014 opetussuunnitelmassa kuuluvat vuorovaikutustaitojen kehittäminen ja kriittisen kuuntelun harjaannuttaminen [50, s. 53]. Lisäksi raporttia kirjoitettaessa oppilaat tutustuvat kyseisen tekstilajin kirjoittamiseen.

Projektin arviointi on suhteellisen helppoa. Erityisesti jos jokaisella ryhmällä on oma yhteistyökumppaninsa, voidaan arvioida raportteja ja esityksiä sekä ryhmän vuorovaikutusta yhteistyökumppanin kanssa.

Projektin huonona puolena voidaan pitää sitä, että yhteistyökumppaneiden hankkiminen voi vaatia yllättävän paljon työtä, sillä yritykset voivat kokea projektien lisäävän työmääräänsä. Yhteistyökumppanien hankinta ja aikataulujen sopiminen työllistävät erityisesti opettajaa.

Mikäli kaikilla ryhmillä on yhteinen yritys, opettaja joutuu olemaan keskeisessä

osassa organisoinnissa. Tällöin oppilaiden vastuu ja kommunikointi yhteistyökumppanin kanssa jäävät pienempään osaan, mikä pienentää oppilaiden aktiivista roolia projektissa. Ryhmien kerääminen aineiston kokoaminen yhdeksi aineistoksi ja koko aineiston työstämisen organisointi on haastavaa, sillä tässä tapauksessa koko luokka toimii yhtenä ryhmänä. Tällöin ryhmille on jaettava eri vastuualueita, jotta kaikilla oppilaat saataisiin aktiivisesti osallistumaan aineiston käsittelyyn.

5.4.4 Projektien soveltuminen projektioppimiseen

Projektioppimiseen liitetyt ominaisuudet, tosin sanoen suunnitelmallisuus, toiminnallisuus, tulostavastuullisuus, yhteistoiminnallisuus ja ongelmakeskeisyys, toteutuvat kaikissa kolmessa projektissa [60, s. 2–3]. Kaikkia projekteja voitaneen pitää suunnitelmallisina, sillä projekteilla on tietty tavoite, aikataulu ja resurssit. Jokaisessa projektissa oppilaat pääsevät soveltamaan matematiikkaa luokkahuoneen ulkopuolelle ja oppilaiden rooli projekteissa on aktiivinen eli projektit ovat toiminnallisia.

Käyttäjätutkimus-projektissa oppilailla on jonkinasteinen tulostavastuu yhteistyökumppania kohtaan. Toisaalta kaikissa projekteissa oppilaat ovat tulostavastuussa opettajalleen.

Sekä Painotalon matematiikka tutuksi -projekti että Käyttäjätutkimus-projekti toteutetaan ryhmissä, mikä luo hyvät puitteet yhteistoiminnallisuudelle. Mikäli ryhmät ovat matemaattisilta taidoltaan heterogeenisiä, oppilaat pystyvät auttamaan toinen toisiaan ja jakamaan tehtäviä taitojen mukaan. Ryhmän jäsenet ovat riippuvaisia toisistaan ja he ovat vastuussa sekä omasta oppimisestaan että ryhmän muiden jäsenten oppimisesta. Vuorovaikutus ryhmäläisten välillä on avointa. Pientä pintaremonttia -projekti toteutetaan periaatteessa yksilötyöskentelynä, mutta mikäli yhteistoiminnallisuutta halutaan lisätä, projekti voidaan toteuttaa myös paritai ryhmätyönä.

Kaikissa projekteissa lähtökohtana on jokin ongelma, joka tulee ratkaista. Pientä pintaremonttia -projektissa tavoitteena on suunnitella pintaremontti omaan huoneeseen tai vastaavaan tilaan, Painotalon matematiikka tutuksi -projektissa ongelmana on mainoslehtisten pakkaaminen mahdollisimman tehokkaasti lavoille ja Käyttäjätutkimus-projektissa tavoitteena on vastata yhteistyökumppanin asettamiin tutkimuskysymyksiin. Matemaattinen tausta tulee opiskeltu ongelmien ratkaisemisen yhteydessä.

Projektit sopivat Blumenfeldin ym. määritelmään suhteellisen pitkäkestoisista, mielekkäiden ongelmien ympärille keskittyneistä prosesseista, jotka yhdistävät tiedon ja tieteenalojen käsityksiä [6, s. 371]. Useimmat projektit sisältävät jonkinlaisen esityksen tai palautettavan raportin, mikä yhdistää projektit äidinkieleen. Vesterisen mukaan projektioppimisen lähtökohta on työelämässä ja asiakkaan näkökulma tulee esiin oppimisprosessissa [80, s. 164–165]. Näissä projekteissa ongelmat ovat peräi-

sin työelämästä ja asiakkaan näkökulma tulee esiin erityisesti Käyttäjätutkimusprojektissa.

Projektit sijoittuvat tosielämän kontekstiin, mikä on projektioppimiselle tyypillistä. Oppiaineeseen liittyvän oppiaineen lisäksi projekteissa kehittyvät työelämänkin kannalta merkitykselliset taidot, kuten esimerkiksi sosiaaliset taidot, tietotekniset taidot, organisointikyky ja ryhmätyötaidot.

Vertaisarviota pidetään projektioppimisessä keskeisenä, mikä näkyy myös projekteissa. Aina esitysten jälkeen muu luokka voi kommentoida saatuja tuloksia sekä itse esityksiä ja antaa rakentavaa palautetta.

6. YHTEENVETO JA POHDINTAA PROJEKTIOPPIMISEN EDUISTA JA ONGELMISTA MATEMATIIKAN OPETUKSESSA

Opetussuunnitelmaa on yleisesti pidetty uusien opetusmenetelmien kokeilussa kahlitsevana tekijänä. Kuitenkin sekä vuoden 2004 opetussuunnitelman perusteet että vuoden 2016 perusteluonnokset tuovat esiin oppilaan roolin aktiivisena toimijana, opettajan roolin oppimisen ohjaajana, oppimisen yhteistoiminnallisuuden, ongelma-keskeisyyden ja kontekstuaalisuuden sekä elinikäisen oppimisen ja reflektion merkityksen. Nämä esiin nostetut asiat liittyvät läheisesti myös konstruktivistiseen oppimisenäkemykseen pohjautuvaan projektioppimiseen.

Projektioppiminen kehittää oppiaineen sisällön hallinnan lisäksi sekä opetussuunnitelman perusteiden korostamia että työelämän edustajien arvostamia metataitoja, kuten ryhmätyö- ja vuorovaikutustaitoja, ongelmanratkaisukykyä, tiedonkäsittelytaitoja, tieto- ja viestintäteknologian käyttötaitoja, pitkäjänteisyyttä sekä esiintymiskykyä. Projektioppiminen, joka ei ole pelkkien oppiaineeseen liittyvien aihekokonaisuuksien oppimista, vastaa kokonaisuudessaan nykyisten opetussuunnitelman perusteiden asettamiin vaatimuksiin.

Projektiopiskelun lähtökohtana on ympäröivä maailma, ei yksittäinen oppiaine. Projektioppiminen kytkee eri tieteenaloja toisiinsa ja kannustaa oppiainerajat ylittävään yhteistyöhön, minkä myös opetussuunnitelman perusteet tuo esiin. Tällöin työskentely tapahtuu perinteistä opetusta realistisemmassa ympäristössä.

Projektioppiminen luo puitteita myös eriyttämiseen. Lahjakkaille suunnatut lisäprojektit ehkäisevät lahjakkaiden turhautumista helpohkoon, perinteiseen opetukseen. Esimerkiksi onnistuneesti toteutettu Ideasilta-projekti tarjosi haasteita luonnontieteellisesti lahjakkaille oppilaille. Ideasilta-projektissa 16 lahjakasta, helsinkiläiskouluista koottua oppilasta teki projektityön joko Helsingin yliopiston laitoksille, tiedekeskus Heurekaan tai tähtitieteelliseen yhdistykseen Ursaan. Oppilaiden innostus, itseluottamus ja opiskelutaidot tuntuivat kehittyvän projektin aikana.

Yläkoulun matematiikan koetaan yleisesti olevan kaukana oppilaiden arjesta. Oppilaat voivat hallita matematiikkaan liittyvän teorian hyvin, mutta he eivät siltikään aina tiedä, mihin oikeassa elämässä tarvitaan matematiikkaa. Liittämällä matematiikka osaksi oppilaiden arkisia asioita ja tuomalla esiin matematiikan hyödyllisyys

työelämässä, saadaan oppilaat tutkimusten mukaan innostuneemmiksi matematiikan opiskelusta. Uudet opetussuunnitelman perusteluonnoksetkin tuovat esiin työelämän edustajien kanssa tehtävän yhteistyön. Projektiopiskelun kautta opiskelumotivaatio, ilmapiiri ja yhteishenki paranevat. Oppilaat pystyvät projekteissa hyödyntämään taitoja, jotka eivät pääse esiin perinteisellä matematiikan tunnilla. Toiminnallisuus voi edistää myös työrauhaa. Sen lisäksi, että oppilaat saavat uutta motivaatiota opiskeluun, projektioppiminen on usein opettajillekin perinteistä opetusta palkitsevampaa ja monipuolisempaa, mikä edistää opettajien työssä jaksamista.

Vaikka projektioppimiseen liitetään useita etuja perinteiseen opetukseen verrattuna, haasteitakin löytyy. Käsitykset oppilaasta aktiivisena tiedon jäsentäjänä yleistyvät opettajien keskuudessa hitaasti, mikä hankaloittaa projektioppimisen laajempaa soveltamista. Opettajat eivät mielellään ota vastaan ideoita, jotka ovat ristiriidassa heidän tieto- ja oppimiskäsitystensä kanssa. Opettajat tarvitsevat aikaa ja tukea uusien opetusmenetelmien käyttöönottoon.

Yksi projektioppimisen suurimmista haasteista on aika. Usein projektit vievät enemmän opetukseen mitoitettua aikaa kuin vastaava perinteinen opetus. Projektioppimista toteuttavat työtavat vievät myös usein huomattavasti opettajien aikaa varsinkin projektien suunnitteluvaiheessa. Valmiita oppimateriaaleja projektioppimiseen on vähän, jolloin opettajien on luotava omaa materiaalia. Mahdollinen yhteistyö yritysten kanssa vaatii opettajalta suhteita yritysmaailmaan ja kiinnostusta ottaa asioista selvää. Toisaalta projektioppiminen mahdollistaa myös kehityksen muilla osa-alueilla kuin pelkästään opiskeltavan aineen sisältötietoudessa. Lisäksi tulevan opetussuunnitelman perusteissa opetussisältöjä pyritään karsimaan ja opettajille annetaan enemmän pedagogista vapautta. Tämä edesauttaa projektioppimisen hyödyntämistä, sillä aikaa jää myös uusien opetusmenetelmien kokeilemiseen.

Ajan lisäksi projektioppimisen hyödyntämistä rajoittaa projekteista syntyvät kustannukset. Projekteihin tarvitaan mahdollisesti erilaisia materiaaleja ja matkoista yritysvierailuille voi syntyä kuluja. Koulujen tilat eivät myöskään aina ole projekteihin sopivia. Omaa luokkatilaa ei välttämättä ole ja materiaaleja joudutaan kuljetamaan luokasta toiseen. Laboratorio- ja tietokonetilojen rajallisuus voi vaikeuttaa kokeellista työskentelyä ja tietokoneiden hyödyntämistä.

Projektioppiminen on usein yhteistoiminnallista ja ryhmässä työskentelyn yleinen ongelmakohta on epätasainen työnjako ryhmien sisällä. Onnistuakseen projektioppimisessa ryhmien ilmapiiriin on oltava hyvä ja kannustava, sillä projektioppimista pidetään oppilaiden kannalta vaativana oppimismenetelmänä. Oppilaiden on osattava olla kriittisiä ja systemaattisia, heidän on kyettävä tarkastelemaan ongelmaa useista eri lähtökohdista, heidän on kommunikoitava selkeästi ja ilmaistava sujuvasti itseään. Onnistunut ohjaus ja tehtävien sopiva vaikeustaso edesauttavat tästä ongelmakohdasta selviämistä.

Projektioppimisen arviointi koetaan perinteisesti tapahtuvan oppimisen arviointia haastavammaksi. Arvioinnissa huomiota on kiinnitettävä tuotoksen lisäksi itse oppimisprosessiin ja asenteeseen huomioiden ryhmien ja yksilöiden lähtötaidot. Myös vertaisarviointi on hyvä ottaa osaksi arviointiprosessia. Eräs haaste arvioinnissa on myös se, arvioidaanko suorituksia ryhmä- vai yksilötasolla. Molemmissa on omat hyvät ja huonot puolensa.

Kun projektioppimista sovelletaan matematiikkaan, on haastavaa löytää riittävän vaativia matemaattisia ongelmia. Usein projekteissa tarvittava matematiikka on melko yksinkertaista. Lisäksi projekteissa tarvittava matematiikka liittyy usein tilastoihin, kuvaajiin, geometriaan tai trigonometriaan ja muihin matematiikan osa-alueisiin on vaikeaa keksiä sopivia projekteja. Matematiikan täytyy liittyä ongelmiin aidosti ilman tunnetta siitä, että matematiikka on yritetty liittää osaksi projektia keinotekoisesti.

Todelliseen elämään pohjautuvat matemaattiset ongelmat ja mallinnustehtävät vaativat usein työkaluja useilta eri matematiikan osa-alueilta, missä on sekä hyviä että huonoja puolia. Hyvänä puolena voidaan pitää sitä, että tällöin matematiikka näyttäytyy todellisemmassa kontekstissa. Toisaalta hankaluutena on sijoittaa projekteja, johonkin tiettyyn kohtaan opetusta. Projekteissa tarvittavan matematiikan täytyy olla oppilaille jollain tasolla tuttua, mikäli heidän oletetaan soveltavan sitä. Toisaalta projektien kautta voidaan opettaa uuttakin asiaa, mutta tällöin aikaa on varattava enemmän ja opettajan on oltava jatkuvasti varmistamassa, että asia tulee kaikilla ymmärrettyä oikein. On myös varmistettava, että asiat tulee käsiteltyä tarvittavassa laajuudessaan.

Vaarana projekteissa on se, että varsinaisen teeman käsittely ryhmissä on puutteellista vuorovaikutuksen ollessa hyvin toiminnallista. Työskentely voi muuttua epäjärjestelmälliseksi ja oppilaiden mielenkiinto keskittyy epäolennaisuuksiin tai projektiin liittymättömiin asioihin. Tällöin opettajan on ohjattava oppilaiden kiinnostus projektin kannalta oleellisiin asioihin.

Yläkoulun matematiikan yritysysteistyöprojekteihin voi olla haastavaa saada mukaan yrityksiä. Ammattikorkeakoulussa toteutetut yritysysteistyöprojektit antavat yritykselle usein konkreettista hyötyä, mutta yläasteikäisten matemaattiset taidot ovat usein niin alkeellisia, ettei yritykselle ole suurta hyötyä projektituotteista. Tällöin yrityksen motivoiminen projektiin on haastavaa.

Kuitenkin kokonaisuudessaan uuden opetussuunnitelman perusteluonnokset luovat hyvät puitteet projektioppimiselle. Opetussuunnitelman perusteiden konstruktivistiseen oppimisnäkemykseen pohjautuminen, metataitojen arvostus, kontekstuaalisuuden korostaminen, sisältöjen karsiminen ja opettajien pedagogisen vapauden lisääminen, oppiainerajat ylittävään yhteistyöhön kannustaminen sekä vaatimus matematiikan liittämistä oppilaiden arkeen ja tulevaan työelämään luovat perusteita

projektioppimisen soveltamiseen perinteisen opetuksen sijaan. Projektioppimisen ei ole tarkoitus olla yläkoulun ainoa oppimismuoto. Opetuksen muuttuessa yhä enemmän konstruktivistiseen suuntaan voidaan projektioppiminen ottaa yhdeksi tavaksi muuttaa opetusta. Lisäämällä matematiikan opetukseen muutama projekti vuosiluokkien 7-9 aikana, opetusta saadaan toiminnallisemmaksi ja oppilaita enemmän motivoivaksi. Ongelmakohtia voidaan puolestaan tutkimusten avulla kehittää ja näin päästä kohti toimivaa projektioppimista.

LÄHTEET

- [1] Aarts, J. M. Plane and Solid Geometry. New York 2009, Springer-Verlag. 349 p.
- [2] Abrantes, P. Project work in school mathematics: an experience in Portugal. In: Leino J. Mathematics teaching through project work. Hämeenlinna 1992, Department of Teacher Education, University of Tampere. pp. 42–48.
- [3] Adams, R. A. Calculus: a complete course. 4th ed. Don Mills 1999, Addison-Wesley. 1027 p.
- [4] Arthur, M. B., DeFilippi, R. J., Jones, C. Project-Based Learning as the Interplay of Career and Company Non-Financial Capital. Management learning 32(2001)1, pp. 99-117. Saatavissa: <http://mlq.sagepub.com/content/32/1/99.full.pdf+html>.
- [5] Berry, J., Sahlberg, P. Matematiikka elämään. Porvoo 1995, WSOY. 135 s.
- [6] Blumenfeld, P., Soloway, E., Marx, R., Krajcik, J., Guzdial, M., Palincsar, A. Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. Educational Psychologist 26(1991)3–4, pp. 369–398.
- [7] Boss, S. Problem-Based Learning: A short History [WWW]. [viitattu 11.6.2014]. Saatavissa: <http://www.edutopia.org/project-based-learning-history>.
- [8] Boud, D., Feletti, G. I. Ongelmalähtöinen oppiminen - uusi tapa oppia. 1. painos. Helsinki 1999, Terra Cognita. 384 s.
- [9] Buck Institute for Education [WWW]. [viitattu 16.6.2014]. Saatavissa: <http://bie.org/>.
- [10] Carr, W., Jitendra, A. Using Hypermedia and Multimedia to Promote Project-Based Learning of At-Risk High School Students. Intervention in School & Clinic 36(2000)1, pp. 35–40.
- [11] Dewey, J. Koulu ja yhteiskunta. Helsinki 1957, Otava. 154 s.
- [12] Edwards, C. H., Penney, D. E. Calculus: early transcendentals: matrix version. 6th ed. Upper Saddle River 2002, Prentice Hall. 1128 p.
- [13] Eteläpelto, A., Rasku-Puttonen, H. Projektioppimisen haasteet ja mahdollisuudet. Julkaisussa Eteläpelto, A., Tynjälä, P. Oppiminen ja asiantuntijuus: työelämän ja koulutuksen näkökulmia. Porvoo 1999, WSOY. s. 181–205.

- [14] Eteläpelto, A., Tourunen, E. Työelämälähtöinen projektiopiskelu tietojärjestelmän suunnittelijoiden asiantuntijuuden rakentamisessa. Julkaisussa Honkimäki, S. Opetus, vuorovaikutus ja yliopisto. Jyväskylä 1999, Koulutuksen tutkimuslaitos. s. 73–88.
- [15] George Lucasin kasvatuksellisen säätiö [WWW]. [viitattu 16.6.2014]. Saatavissa: <http://www.edutopia.org/>.
- [16] Fonecta Finder Yritystieto. Rautia Toikkonen [WWW]. [viitattu 28.8.2014]. Saatavissa: <http://www.finder.fi/Rakennustarvikkeita,%20rakennusaineita/Rautia%20Toikkonen/YL%C3%96J%C3%84RVI/toiminta/110700>.
- [17] Halinen, I. Miksi ja miten suomalaiset opetussuunnitelmat muuttuvat? [WWW]. Opetushallitus. 2014 [viitattu 4.7.2014]. Saatavissa: http://www.oph.fi/download/155015_miksi_ja_miten_suomalaiset_opetussuunnitelmat_muuttuvat_30012014.pdf.
- [18] Hamilton, M. A., Hamilton, S. F. When is Work a Learning Experience? Academic Search Elite. Phi Delta Kappan 78(1997)9. pp. 672–690.
- [19] Heinonen, M., Luoma, M., Mannila, L., Tikka, T. Pii 8. Helsinki 2007, Otava. 312 s.
- [20] Hirsjärvi, S. Kasvatustieteen käsitteistö. Helsinki 1983, Otava. 223 s.
- [21] Iisalo, T. Kouluopetuksen vaiheita: keskiajan katedraalikoulusta nykyisiin kouluihin. Helsinki 1991, Otava. 264 s.
- [22] Itella. Kuljetusyksiköiden mitat ja painot [WWW]. [viitattu 18.9.2014]. Saatavissa: <http://www.itella.fi/hinnatjaohjeet/lahettaminen/kuljetusyksikot.html>.
- [23] Ikonen, T. Projektitoiminta uudenlaisen oppimisen mahdollistajana sosiaali- ja terveysalalla – esimerkkinä Vantaan SoTeKeKo-projekti. Futura 17(1998)3, s. 9–16.
- [24] Kauhanen, J. Vektorianalyysi 2011-2012. Tampere 20011, TTY Matematiikan laitos. 131 s.
- [25] Keegan, A., Turner, J. R. Quantity versus Quality in Project Based Learning Practices. Management learning 32(2001)1. pp. 77–98.
- [26] Kilpatrick, W. H. The project method. Teachers College Record 19(1918)4, pp. 319–335.

- [27] Koivumäki, L. Projektiopiskelu ammattikorkeakoulun opiskelijoiden ja työelämän edustajien kokemana. Licensiaatintutkimus. Hämeenlinna 2002. Tampereen yliopisto, Ammattikasvatuksen tutkimus- ja koulutuskeskus. 117 s. Saatavissa: <http://tampub.uta.fi/bitstream/handle/10024/76304/gradu00181.pdf?sequence=1>.
- [28] Kontkanen, P., Lehtonen, J., Luosto, K. Pyramidi 6: Todennäköisyys ja tilastot. 1.-3. painos. Helsinki 2006, Tammi. 213 s.
- [29] Kontkanen, P., Liira, R., Luosto, K., Nurmi, J., Nurmiainen, R., Ronkainen, A., Savolainen, S. Pyramidi 3: Lukion pitkä matematiikka. 1.-4. painos. Helsinki 2005, Tammi. 216 s.
- [30] Korkeakoski, E. Hannén, K., Lamminranta, T., Niemi, E., Pernu, M., Uurto, J. Opetuksen laatu perusopetuksen 1.-6. vuosiluokkien kouluissa vuonna 2000: koulun tarjoamien oppimisedellytysten vertailevaa arviointia. Helsinki 2001, Opetushallitus. 284 s.
- [31] Kosunen, T., Huusko, J. Opetussuunnitelma opettajan työn ja kouluyhteisön kehittämisen välineenä. Julkaisussa Julkunen, M. Opetus, oppiminen, vuorovaikutus. 2., uud. p. Helsinki 2002, WSOY. s. 202–226.
- [32] Laffey, J., Tupper, T., Musser, D., Wedmon, J. A Computer-Mediated Support System for Project-Based Learning. Educational Technology, Research and Development 46(1998)1, s. 73-86. Saatavissa: http://ip-50-63-212-38.ip.secureserver.net/documents/CMSS_PBL_1998.pdf.
- [33] Lahtinen, T. Ongelmaperustainen oppiminen insinöörikoulutuksessa - uusi opetussuunnitelma mekatroniikan opetukseen. Julkaisussa Poikela, S., Poikela, E. Ongelmista oppimisen iloa, ongelmaperustaisen pedagogiikan kokeiluja ja kehittämistä. Tampere 2005, Tampere University Press. s. 115-134.
- [34] Laurinen, L., Penttinen, L. Kielellinen vuorovaikutus projektityöskentelyssä. Julkaisussa Tella, S. Näytön paikka. Opetuksen kulttuurin arviointi: Ainedidaktiikan symposiumi Helsingissä 4.2.1994. Osa 1. Helsinki 1994, Helsingin yliopisto. s. 97–106.
- [35] Lehtinen, E., Kuusinen, J., Vauras, M. Kasvatuspsykologia. 2. uud. p. Helsinki 2007, WSOY Oppimateriaalit. 345 s.
- [36] Leino, J. The Importance of Project Work in Teaching Mathematics. In: Leino J. Mathematics teaching through project work. Hämeenlinna 1992, Department of Teacher Education, University of Tampere. pp. 1–5.

- [37] Leino, J. Tietokone opetuksen kehittämisessä: 4. projektioiskelu koulussa. Helsinki 1989, Helsingin yliopisto. 96 s.
- [38] Lifländer, V. Verkko-oppiminen: yhteistoiminnallinen projektiooppiminen verkossa. Helsinki 1999, Edita. 77 s.
- [39] Lindblom-Ylänne, S., Nevgi, A. Oppimisen teorian. Julkaisussa Lindblom-Ylänne, S., Nevgi, A. Yliopisto-opettajan käsikirja. Helsinki 2009, WSOYpro. s. 194–236.
- [40] Luosto, K., Railo, J. Geometria [WWW]. Tampere, Tampereen yliopiston informaatiotieteiden yksikkö. 2013 [viitattu 17.7.2014]. Saatavissa: <http://www.sis.uta.fi/klkelu/kurssit/geometria/geomt.pdf>.
- [41] Markham, T., Larmer, J., Ravitz, J. Project Based Learning Handbook. 2nd ed. California 2003, the Buck Institute for Education. 179 p.
- [42] McGrath, D. Getting started with project-based learning. Learning & Learning with Technology 30(2002)3. pp. 42–45.
- [43] Nurmi, V. Maamme koulutusjärjestelmä: eilen, tänään, huomenna. 3. painos. Helsinki 1981, WSOY. 122 s.
- [44] Odasz, F. Alaskan Professional development: Lone eagles learn to "teach from any beach!". THE journal 27(1999)4, p. 84-90.
- [45] Ojala, P. Kokemuksia projektiooppimisesta ja opiskelijan ohjauksesta informaatioteknologia-alan työelämäprojekteissa. Pro Forma Didactica. Oulu 2004. Oulun seudun ammattikorkeakoulu, Ammatillinen opettajakorkeakoulu. 50 s. Saatavissa: http://www.oamk.fi/amok/pro_forma/Pekka_Ojala_04.pdf.
- [46] Ojanen, S. Ohjauksesta oivallukseen: ohjausteorian kehittäminen. Helsinki 2000, Palmenia. 175 s.
- [47] Opetushallitus [WWW] [viitattu 3.7.2014]. Saatavissa: <http://www.oph.fi/>.
- [48] Opetushallitus. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 1985. 2. painos. Helsinki 1985, Valtion painatuskeskus. 332 s.
- [49] Opetushallitus. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 1994. 3. painos. Helsinki 1996, Edita oy. 114 s.
- [50] Opetushallitus. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteet 2004 [WWW]. [viitattu 1.7.2014]. Saatavissa: http://www.oph.fi/download/139848_pops_web.pdf.

- [51] Opetushallitus. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteluonnokset 2016 [WWW] [viitattu 1.7.2014]. Saatavissa: <http://www.oph.fi/ops2016>.
- [52] Opetushallitus. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteluonnokset 2016: Luvut 1–12 [WWW] [viitattu 1.7.2014]. Saatavissa: http://oph.fi/download/156870_perusopetus_perusteluonnos_luvut_1_12.pdf.
- [53] Opetushallitus. Perusopetuksen opetussuunnitelman perusteluonnokset 2016: Opetus vuosiluokilla 7–9 [WWW] [viitattu 1.7.2014]. Saatavissa: http://oph.fi/download/156873_perusopetus_perusteluonnos_vuosiluokat_7_9.pdf.
- [54] Palani, V. Interesting proofs for the circumference and area of a circle. The general science journal (2012). Saatavissa: [http://gsjournal.net/Science-Journals/Research 20Papers-Mathematical 20Physics/Download/4405](http://gsjournal.net/Science-Journals/Research%20Papers-Mathematical%20Physics/Download/4405).
- [55] Peruskoulun opetussuunnitelmakomitean mietintö. 1, Opetussuunnitelman perusteet. Helsinki 1970, Opetusministeriö. 264 s.
- [56] Peruskoulun opetussuunnitelmakomitean mietintö. 2, Oppiaineiden opetussuunnitelmat. Helsinki 1970, Opetusministeriö. 436 s.
- [57] Poikela, S. Ongelmaperustainen pedagogiikka ja tutorin osaaminen. Väitöskirja. Tampere 2003. Tampereen yliopisto, Kasvatustieteiden laitos. 332 s.
- [58] Pehkonen, L. Projektiopiskelu koulussa. Kasvatus 24(1993)3, s. 259–265.
- [59] Pehkonen, L. Projektityöskentely - esimerkki aktiivisesta oppimisesta. Julkaisussa Paasonen, J., Pehkonen, E., Leino, J. Matematiikan opetus ja konstruktivismi: teoriaa ja käytäntöä. Helsinki 1993, Helsingin yliopiston opettajankoulutuslaitos. s. 116–122.
- [60] Pehkonen, L. Täydestä sydäimestä ja tarkoituksella: projektityöskentelyn käsitteellistä viitekehystä jäljittämässä. Helsinki 2001, Helsingin yliopisto. 169 s.
- [61] Pehkonen, L., Sheinin, P. Sillanrakentajat: Ideasilta – lahjakkaiden oppilaiden opetuksen eriyttämiskokeilu. Helsinki 1997, Helsingin yliopisto, Kasvatustieteidenlaitoksen tutkimuksia 155. 72 s.
- [62] Poell, R. F., Van Der Krogt, F. J., Warmedam, J. H. M. Project-based learning in professional organizations. Adult Education Quarterly 49(1998)1, pp. 13–28. Saatavissa: <http://its.ruhosting.nl/publicaties/pdf/r701.pdf>.

- [63] Prittinen, J. Projektioppiminen ammattikorkeakoulussa. Seminaarityö. Hämeenlinna 2000. Hämeen ammattikorkeakoulu, Ammatillisen opettajakorkeakoulun julkaisuja D:129. 72 s.
- [64] Rauste-von Wright, M., Wright, J.v., Soini, T. Oppiminen ja koulutus. 9. uud. p. Helsinki 2003, WSOY. 262 s.
- [65] Rautia. [WWW]. [viitattu 27.8.2014]. Saatavissa: <http://www.rautia.fi/yritystieto/pages/tervetuloarautiaan.aspx>.
- [66] Rinne, R., Kivirauma, J., Lehtinen, E. Johdatus kasvatustieteisiin. 5. uud. p. Porvoo 2004, WSOY. 268 s.
- [67] Rokka, P. Peruskoulun ja perusopetuksen vuosien 1985, 1994 ja 2004 opetus-suunnitelmien perusteet poliittisen opetussuunnitelman teksteinä. Väitöskirja. Tampere 2011, Tampere University Press. 373 s.
- [68] Rosenberg, E. Geometria. Helsinki 2002, Limes. 379 s.
- [69] Sahlberg, P. Opettajana koulun muutoksessa. Porvoo 1997, WSOY. 252 s.
- [70] Seppänen, R., Kervinen, M., Parkkila, I., Karkela, L., Meriläinen, P. Maol-
taulukot. 2.–9. painos. Helsinki 2005, Otava. 167 s.
- [71] Säljö, R., Grönholm, B. Oppimiskäytännöt: sosiokulttuurinen näkökulma. Hel-
sinki 2001, WSOY. 272 s.
- [72] Stinson, D. R. Cryptography: theory and practice. 3rd ed. Boca Raton 2006,
Chapman & Hall/CRC. 593 p.
- [73] Tampereen kaupungin perusopetuksen opetussuunnitelma [WWW]. 2004 [vii-
tattu 8.7.2014]. Saatavissa: <http://ops.tampere.fi/perusopetuksen-ops/ops/>.
- [74] Teknologiateollisuus ry [WWW]. [viitattu 6.8.2014]. Saatavis-
sa: <http://www.teknologiateollisuus.fi/openet/fi/teknologiateollisuus-tutuksi.html>.
- [75] Teknologiateollisuus ry. Mihin matematiikkaa työelämäs-
sä tarvitaan? [WWW]. [viitattu 6.8.2014]. Saatavissa:
<http://www.teknologiateollisuus.fi/openet/fi/matematiikka-fysiikka-ja-kemia.html>.
- [76] Tikkurila [WWW]. [viitattu 29.8.2014]. Saatavissa:
<http://www.tikkurila.fi/kotimaalarit>.

- [77] Tynjälä, P. Oppiminen tiedon rakentamisena: konstruktivistisen oppimiskäsityksen perusteita. Helsinki 1999, Kirjayhtymä. 214 s.
- [78] UpCode World [WWW]. 2014 [viitattu 18.9.2014]. Saatavissa: <http://www.upcodeworld.com/index.php?page=5&lang=en>.
- [79] Uusikylä, K., Atjonen, P. Didaktiikan perusteet. 3. uud. p. Porvoo 2005, WSOY. 262 s.
- [80] Vesterinen, P. Projektiopiskelu ja -oppiminen ammattikorkeakoulussa. Jyväskylä 2001, Jyväskylän yliopisto. 257 s.
- [81] Viljanen, E. Opetuksen eriyttäminen. Helsinki 1975, Kirjayhtymä. 144 s.
- [82] Vithal, R. Developing Mathematical Literacy through project work: A teacher/teaching perspective. Pythagoras 64(2006), pp. 37–44.
- [83] Von Kotze, A., Cooper, L. Exploring the transformative potential of project-based learning in university adult education. Studies in the Education of Adults 32(2000)2. pp. 195–212.
- [84] Yetkiner, Z., Anderoglu, H., Capraro, R. Research summary: Project-Based Learning in Middle grades Mathematics [WWW]. BIE. 2008 [viitattu 2.7.2014]. Saatavissa: http://bie.org/object/document/pbl_in_middle_grades_mathematics.
- [85] Äijälä, A. Todennäköisyyslaskenta ja tilastotiede. Tampere 1993, Tammertekniikka. 134 s.

A. TEHTYJEN PROJEKTITUTKIMUSTEN TUTKIMUSKOHDDE JA TULOKSET

Taulukko A.1: Ulkomaisia projektioppimisen tutkimuksia.

Tutkija(t)	Tutkimuskohde	Tulokset
Arthur, DeFilippi, Jones [4]	<ul style="list-style-type: none"> • Uusi malli projektioppimisesta 	<ul style="list-style-type: none"> • Tuloksena projektioppimisen malli projektiorganisaatio-kontekstiin • Projekti toimii oppimisareenana kaikille projektiin osallistuville.
Carr, Jitendra [10]	<ul style="list-style-type: none"> • Projektioppiminen hyper- ja multimediaympäristöissä • Hyper- ja median hyödyntäminen niiden lukiolaisten, jotka ovat vaarassa keskeyttää opintonsa, projektioppimisen edistäjänä 	<ul style="list-style-type: none"> • Opiskelijoiden itsetuottamus ja oma-toimisuus kehittyivät projektioppimisen myötä. • Projektioppimisen käytännöllisyys on tärkeää kaikille opiskelijoille, mutta erityisesti niille opiskelijoille, jotka ovat vaarassa keskeyttää opintonsa.
Hamilton, Hamilton [18]	<ul style="list-style-type: none"> • Projektiopiskelu teknisen alan työpaikoille demostroiduissa projekteissa 	<ul style="list-style-type: none"> • Opiskelijoiden sosiaalinen ja persoonallinen kompetenssi lisääntyi.

Taulukko A.2: Ulkomaisia projektioppimisen tutkimuksia.

Tutkija(t)	Tutkimuskohde	Tulokset
Keegan, Turner [25]	<ul style="list-style-type: none"> Projektioppimiseen liittyvät ongelmakohdat projektiorganisaatioissa. 	<ul style="list-style-type: none"> Projektioppimisen käytänteet eivät ole pysyneet projektien kehityksen mukana projektipohjaisissa yrityksissä. Työntekijöiden oppimista estävät tiukat aikataulut, keskittäminen ja viivästymiset.
Laffrey, Tupper, Musser, Wedman [32]	<ul style="list-style-type: none"> Projektioppiminen tietokonevälitteisessä opiskelussa 	<ul style="list-style-type: none"> Projektioppiminen kehitti opiskelijoiden yhteistyö-, kommunikaatio- ja reflektointitaitoja. Projektiopiskelu vaatii opiskelijoilta neuvokkuutta ja uutta suhtautumista opiskeluun.
Poell, Van Der Krogt, Warmerdam [62]	<ul style="list-style-type: none"> Projektioppimisen soveltaminen työpaikoille 	<ul style="list-style-type: none"> Käyttöön käsitteet ”oppiva verkosto” ja ”työn verkosto”, jotka ovat suhteessa toisiinsa. Projektioppiminen on tehokas ja vaativa tapa oppia.
Von Kotze, Cooper [83]	<ul style="list-style-type: none"> Yliopiston aikuisopiskelijoiden keskuudessa tapahtuva projektiopiskelu 	<ul style="list-style-type: none"> Opiskelijoiden kriittisyys, luovuus ja reflektiivisyys kehittyivät. Yhteistoiminnallisuus lisääntyi. Projektioppiminen kasvatti sosiaalista ja aktiivista tietoperustaa.

Taulukko A.3: Suomessa tehtyjä projektioppimisen tutkimuksia.

Tutkija(t)	Tutkimuskohde	Tulokset
Eteläpelto, Tourunen [14]	<ul style="list-style-type: none"> • Työelämälähtöinen projektiopiskelu tietojärjestelmän suunnittelijoiden asiantuntijuuden rakentamisessa 	<ul style="list-style-type: none"> • Opiskelijat pitivät projektioppimista mielekkäänä, motivoivana ja hyödyllisenä. • Opiskelijoiden ammatti-identiteetti tuntui vahvistuvan. • Projektiopinnot toimivat siltana koulutuksesta työelämään.
Koivumäki [27]	<ul style="list-style-type: none"> • Perhe- ja yhteisöhoitotyön kehittäminen ja kokeilutoiminta -projektissa (PE-HY) mukana olleiden aikuisopiskelijoiden ja työelämän edustajien kokemukset projektiopiskelusta • Projektin merkitys opiskelijoille ja työelämälle 	<ul style="list-style-type: none"> • Osallistujien näkemykset laajenivat. • Opiskelijoiden tiedonhankinta-, tutkimus-, kirjoitus ja projektityötaidot kehittyivät. • Jatkuva yhteistyö alkoi.
Laurinen, Penttinen [34]	<ul style="list-style-type: none"> • Peruskoulun kahdeksaluokkalaisen kielellinen vuorovaikutus yhteistoiminnallisuuden perustuvassa projektityössä 	<ul style="list-style-type: none"> • Työskentely painottui toiminnan ohjailuun teeman käsittelemisen sijaan. • Teeman käsittely oli kognitiiviselta tasoltaan matalaa. • Ohjaamisen aikana opilaiden välinen kielellinen vuorovaikutus oli monipuolisempaa kuin teeman käsittelyn aikana.

Taulukko A.4: Suomessa tehtyjä projektioppimisen tutkimuksia.

Tutkija(t)	Tutkimuskohde	Tulokset
Leino [37]	<ul style="list-style-type: none"> • Yleiskuva aineenopettajien käsityksistä projektiopiskelun luonteesta ja sijoittumisesta koulun tavoitteelliseen toimintaan • Projektiopiskelun luonne • Kokemukset projekti-työskentelystä eri koulutusasteilla 	<ul style="list-style-type: none"> • Projektiopiskelu soveltuu kaikille luokkasteille ja kaikkiin oppiaineisiin. • Projektiopiskelussa saavutetaan paljon hyötyjä verrattuna perinteiseen opetukseen.
Ojala [45]	<ul style="list-style-type: none"> • Oulun seudun ammatikorkeakoulun Kaupan ja hallinnon yksikön tietojenkäsittelyn koulutusohjelman toisen opiskeluvuoden opiskelijaprojektitoiminnan tarkastelu • Korostetaan ohjausta, projektioppimisen hyviä ja huonoja puolia sekä oppilaiden että opettajien näkökulmasta 	<ul style="list-style-type: none"> • Projektiopiskelu on toimiva menetelmä tulevaisuuden osaajien koulututtamiseksi. • Tarvitaan lisää tietoa projektiopiskelun kehittämiseksi.
Pehkonen [60]	<ul style="list-style-type: none"> • Projektioppimisen käsiteanalyttinen tarkastelu kasvat- tajien kirjoitusten pohjalta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Projektioppimiseen liitetään yleensä seuraavat ominaisuudet: toiminnallisuus, ongelmakeskeisyys, tulosvastuullisuus, yhteistoiminnallisuus ja tavoitteellisuus.

Taulukko A.5: Suomessa tehtyjä projektioppimisen tutkimuksia.

Tutkija(t)	Tutkimuskohde	Tulokset
Prittinen [63]	<ul style="list-style-type: none"> Projektioppimisen organisointi ja suunnittelu sekä tavallisimmat ongelmat ja niiden ratkaisut ammatikorkeakoulun maise- mansuunnittelun kou- lutusohjelmassa 	<ul style="list-style-type: none"> Projektioppimisessa on paljon hyvää ver- rattuna perinteiseen opetukseen, mutta myös ongelmia kuten epätasainen työnjako, työmuodon vaativuus ja puutteet oppilaiden välisen vuorovaikutuk- sen laadussa.
Pääkkönen- Tarvainen ym. [23; 80]	<ul style="list-style-type: none"> Toimintatutkimus Vantaan sosiaali- ja terveyspalveluiden ja niihin liittyvän koulu- tuksen kehittämiseksi projektityöskentelyn keinoin. 	<ul style="list-style-type: none"> Verkostoituminen opiskelijoiden, opet- tajien ja työelämän edustajien välillä parani. Projektioppiminen koettiin motivoivana ja innostavana, mutta organisointia, suun- nitelua ja arviointia tulee kehittää.
Vesterinen [80]	<ul style="list-style-type: none"> Ammattikorkeakoulun opiskelijoiden ja opet- tajien käsitykset projektioppimisesta ja osaamisesta, jo- ta projektiopiskelu tuottaa. Projektiopiskelun oh- jauksen ja itse pro- jektiopiskelun kuva- minen sekä työelämä- taitojen uudelleen jä- sentäminen Projektipedagogiikan mallin kehittäminen ammattikorkeakou- luun. 	<ul style="list-style-type: none"> Projektiopiskelussa on paljon hyviä puolia, mutta myös kehittämi- sen kohteita. Tutkimus toi molemmat puolet esiin. Ei ole vain yhtä projektioppimisen muotoa, joten täy- sin yksikäsitteistä prosessimallia projek- tioppimiselle ei voitu tehdä.

B. PROJEKTITYÖOHJEITA

B.1 Salaviestit -projekti

Kohderyhmä: Luokat 7–9

Esitiedot: –

Taustalla oleva matematiikka: Algoritminen ajattelu, kryptologian alkeita

Ajankäyttö: 3 – 4 · 45 min

Opetustilat: Oma luokka

Kuvaus projektista:

- Oppilaat jaetaan 3–4 henkilön ryhmiin.
- Kukin ryhmä tutustuu Caesar-salakirjoituksen algoritmiin ja esimerkkiin kyseisen algoritmin käytöstä.
- Tämän jälkeen ryhmät luovat algoritmin mukaisesti oman kryptotekstinsä.
- Jokainen ryhmä antaa oman kryptotekstinsä toisen ryhmän selvitettäväksi ilman avainta.
- Jos koodi ei aukene ilman avainta, ryhmä saa käyttöönsä myös avaimen. Suoraa algoritmia Caesarin salauksen purkamiseen ei anneta oppilaille, vaan oppilaat joutuvat itse päättämään avaimen avulla alkuperäisen selvätekstin.
- Tämän jälkeen jokainen ryhmä saa luoda oman salakirjoituksensa. Oppilaat voivat resurssien puitteissa hyödyntää myös internetiä salakirjoituksen kehittämisessä. Tavoitteena on oman algoritmin avulla luoda selvätekstistä kryptoteksti.
- Ryhmät vaihtavat taas kryptotekstejä keskenään ja yrittävät ilman algoritmia ja avainta murtaa kryptotekstin.
- Jos koodi ei aukene, ryhmät saavat käyttöönsä myös algoritmin, jolla kryptoteksti on tehty sekä mahdollisen avaimen.
- Jokainen ryhmä valmistaa omasta kryptotekstistään ja algoritmistaan posterin koulun käytävään. Posterissa ei mainita selvätekstiä. Tällöin muutkin koulun oppilaat voivat yrittää selvittää salasanomia.

- Oppilaat kirjoittavat kotona oppimispäiväkirjaa muistuttavan tekstin projektista. Tekstin pituus on noin yksi A4-arkki ja kaikki oppilaat palauttavat omat tekstinsä opettajalle. Tekstistä tulee käydä ilmi, millaisia ajatuksia salaaminen, salauksen purku ja algoritmit herättivät oppilaissa sekä mitä he oppivat niistä. Lisäksi oppilaiden on hyvä pohtia omaa panostaan ryhmätyöskentelyyn.

Oppilaille annettava algoritmi Caesar-salakirjoitukseen:

1. Kirjoita salattava viesti eli selväteksti.
2. Muuta salattava viesti numeeriseen muotoon korvaamalla jokainen kirjain luvulla taulukon B.1 mukaisesti.
3. Valitse väliltä 1–28 jokin kokonaisluku, joka toimii avaimena.
4. Lisää avaimena toimiva luku jokaiseen numeerisen viestin lukuun.
5. Jos jotkin uuden numeerisen viestin luvuista ovat suurempi kuin 28, vähennä kyseisistä luvuista luku 29.
6. Käännä viimeisin versio numeerisesta viestistä takaisin kirjaimin kirjoitettuun muotoon taulukon B.1 avulla, jolloin saat kryptotekstin.

Esimerkki Caesar-salakirjoituksen luomisesta:

1. HUOMENNA ALKAA LOMA eli HUOMENNAALKAALOMA. (=selväteksti)
2. Numeerinen versio selvätekstistä on 7 20 14 12 4 13 13 0 0 11 10 0 0 11 14 12 0. Välivaihe on esitetty taulukossa B.2.
3. Valitaan avaimeksi luku 10.
4. Uusi numeerinen versio viestistä on 17 30 24 22 14 23 23 10 10 21 20 10 10 21 24 22 10. Välivaihe on esitetty taulukossa B.3.
5. Luku 30 on suurempi kuin luku 28, joten luku 30 korvataan luvulla $30 - 29 = 1$. Tällöin viesti on 17 1 24 22 14 23 23 10 10 21 20 10 10 21 24 22 10.
6. Kryptoteksti on RBYWOXXKKVUKKVYWK. Välivaihe on esitetty taulukossa B.4.

Taulukot:

Taulukko B.1: Kutakin aakkosten kirjainta vastaavat numerot.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	Ä	Å	Ö	
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	

Taulukko B.2: Selväteksin muuttaminen numeeriseksi.

H	U	O	M	E	N	N	A	A
7	20	14	12	4	13	13	0	0
L	K	A	A	L	O	M	A	
11	10	0	0	11	14	12	0	

Taulukko B.3: Lisätään numerisen viestin jokaiseen lukuun avain eli luku 10.

7	20	14	12	4	13	13	0	0
17	30	24	22	14	23	23	10	10
11	10	0	0	11	14	12	0	
21	20	10	10	21	24	22	10	

Taulukko B.4: Numeerista muodosta takaisin kirjaimiin.

17	1	24	22	14	23	23	10	10
R	B	Y	W	O	X	X	K	K
21	20	10	10	21	24	22	10	
V	U	K	K	V	Y	W	K	

B.2 Tietyn budjetin unelmaloma -projekti

Kohderyhmä: 9-luokka, soveltuu myös luokille 7 ja 8

Esitiedot: Peruslaskutaidot, mielellään myös graafinen esitys

Taustalla oleva matematiikka: Kustannusten ja matkustusaikojen laskeminen, lomakohteen tilastollinen esittely, valuutan muunnokset, arviointi

Ajankäyttö: *Ryhmätyöskentely:* 3 · 45 min, *esitykset:* 1–2 · 45 min

Opetustilat: Oma luokka

Kuvaus projektista:

- Oppilaat jaetaan ystäväkriteerein 4 henkilön ryhmiin.
- Kullekin ryhmälle arvotaan matkabudjetti seuraavien budjettien joukosta: 1000 e, 3 000 e, 8 000 e, 15 000 e ja 30 000 e.
- Ryhmien tehtävänä on suunnitella arvotulle budjetilleen sopiva loma. Ryhmän päätettävissä ovat muun muassa loman pituus, lomakohde, kulkuvälineet, aktiviteetit ja ruokailut. Budjetin pitäisi riittää kaikkien ryhmän jäsenten matkaan.
- Ryhmät tutustuvat netin välityksellä tarkasti eri matkustusvaihtoehtoihin ja matkakohteensa tilastotietoihin, kuten hintatasoon, etäisyyksiin ja lämpötilatietoihin.
- Ryhmien tulee arvioida majoitus- ja matkustuskulujen lisäksi myös ruokiin ja aktiviteetteihin kuluva rahamäärä. Esimerkiksi ravintoloiden hintatietoja löytyy suoraan internetistä ja kauppojen hintoja voi arvioida hintatason perusteella.
- Jokainen ryhmä suunnittelee esityksen omasta lomamatkastaan. Esityksen tukena voi olla joko Powerpoint tai poster. Esityksestä on käytävä ilmi ainakin seuraavat asiat:
 - Matkakohteen yleisesittely
 - * Perustiedot
 - * Valuutta
 - * Maan hintataso
 - * Graafinen esitys yhden vuorokauden keskilämpötiloista matkustusajankohtana
 - Matkustusaikataulu
 - * Loman kesto

- * Tarkka aikataulu meno- ja paluumatkalle
- Budjettilaskelma
 - * Majoitus- ja matkakulut
 - * Arvio ruokiin, nähtävyyksiin ja muihin aktiviteetteihin kuluva rahamäärästä
- Arvio matkareitin pituudesta kilometreina.
- Esitysten jälkeen muut ryhmät saavat arvioida lomamatkojen toteuttamiskelpoisuutta.

Sovellus: Projektin aluksi voidaan arpoa budjetin lisäksi myös matkan kesto, jolloin ryhmät voivat saada haastavia budjetti-aika-pareja. Esimerkiksi neljän hengen kuukauden matka 1 500 euron budjetilla voitaneen toteuttaa niin, että loman aikana ryhmäläiset tekevät työtä ja ansaitsevat niin rahaa.

Budjettien suuruuksia on helppoa vaihtaa. Samoin voidaan projektin aluksi sopia, että matkakohteen tulee olla maa, jonka valuutta ei ole euro. Tällöin ryhmien on pakko paneutua valuutan muutoksiin.

B.3 Aurinkokunta-projekti

Kohderyhmä: 8. luokka, geometria

Esitiedot: Yhdenmuotoisuus ja mittakaava, ympyrän säde ja halkaisija

Taustalla oleva matematiikka: Yhdenmuotoisuus, mittakaava, ympyrä, pallo, yksikkömuunnokset, kymmenpotenssimuodot, pyöristys

Ajankäyttö: *Suunnittelu:* $2 \cdot 45$ min, *toteutus:* $2-4 \cdot 45$ min

Opetustilat: *Suunnittelu:* oma luokka, *toteutus:* oma luokka/kuvataiteen luokka ja liikuntasali/piha/käytävä

Kuvaus projektista:

Projekti jakautuu kahteen osaan: suunnitteluun ja varsinaiseen toteutukseen.

Suunnittelu:

- Oppilaat jakautuvat matemaattisilta taidoiltaan heterogeenisiin, noin neljän henkilön ryhmiin.
- Ryhmät tutustuvat MAOL-taulukoihin tai nettiä hyödyntäen aurinkokuntamme mittasuhteisiin.
- Ryhmien tulee suunnitella johonkin koulun tilaan (liikuntasali, piha, käytävä) sopiva aurinkokunnan pienennös. Planeettojen säteiden ja taivaankappaleiden välisten etäisyyksien ei tarvitse olla samassa mittakaavassa.
- Luultavasti pienennös on helpoin toteuttaa niin, että planeettojen säteet ovat mittakaavassa $1 : 139\,200\,000$ ja etäisyydet mittakaavassa $1 : 139\,200\,000\,000$. Opettaja voi ohjata ryhmiä kohti kyseistä ratkaisua, mutta ratkaisu ei välttämättä ole ainoa oikea.
- Ryhmien laskut tarkistetaan.

Toteutus:

- Ryhmät toteuttavat joko yhdessä tai jokainen ryhmä erikseen oman aurinkokuntansa koulun liikuntasaliin/pihalle/käytävään.

Vaihtoehto 1:

- Matematiikan tunnilla ryhmät askartelevat Auringon ja planeetat tasokuvioina, ympyröinä papereille.

Vaihtoehto 2:

- Kuvataiteen tunnilla ryhmät askartelevat Auringon ja planeetat kolmiulotteisina palloina.
- Jos jotkin ryhmät ovat päätyneet mittakaavaan, joka on mahdoton toteuttaa konkreettisesti koulussa, ryhmät voivat toteuttaa aurinkokuntansa esimerkiksi kaupungin kartalle olettaen, että koulurakennus on Aurinko. Tällöin täytyy huomioida myös kartan mittakaava.
- Ryhmät tutustuvat opettajan kanssa aurinkokuntaan ja keskustelevala mittasuhteista.

Sovellus: Projektia voidaan helpottaa määrittämällä projektin alussa, että pienennöksessä Auringon halkaisija on 10 metriä ja taivaankappaleiden väliset etäisyydet kannattaa toteuttaa mittakaavassa 1 : 139 200 000 000.

Aurinkokunnan todelliset mitat ja mitat pienennöksessä:

Taulukko B.5: Auringon ja aurinkokuntamme planeettojen todelliset säteet ja säteet pienennöksessä, jonka mittakaava on 1 : 139 200 000 [70, s. 111, 113].

Taivaankappale	Todellinen säde ($\cdot 10^3$ m)	Säde koululla (cm)
Aurinko	696 000	500
Merkurius	2 439	1,8
Venus	6 052	4,3
Maa	6 378	4,6
Mars	3 397	2,4
Jupiter	71 398	51,3
Saturnus	60 100	43,2
Uranus	26 320	18,9
Neptunus	24 300	17,5

Taulukko B.6: Auringon ja aurinkokuntamme planeettojen väliset etäisyydet avaruudessa ja pienennöksessä, jonka mittakaava on 1 : 139 200 000 000 [70, s. 111, 113].

Taivaankappale	Todellinen etäisyys ($\cdot 10^9$ m)	Etäisyys koululla (m)
Aurinko	0	0
Merkurius	57,9	0,42
Venus	108,2	0,78
Maa	149,6	1,07
Mars	227,9	1,64
Jupiter	778,4	5,59
Saturnus	1 425,6	10,24
Uranus	2 870	20,62
Neptunus	4 501	32,33

B.4 Arjen tilastolaskentaa -projekti

Kohderyhmä: Tilastot ja todennäköisyys -kurssi

Esitiedot: Tilastollinen tutkimus, diagrammien tulkinta ja tekeminen, frekvenssi, tilastolliset tunnusluvut

Taustalla oleva matematiikka: Diagrammit, frekvenssi, tilastolliset tunnusluvut

Ajankäyttö: *Kotitehtävä:* 1–2 · 45 min, *ryhmätyöskentely:* 2–3 · 45 min, *esitykset:* 1–2 · 45 min

Opetustilat: Oma luokka

Kuvaus projektista:

Kotitehtävä:

- Oppilaat jakautuvat neljään matemaattisilta taidoiltaan heterogeeniseen, noin neljän henkilön ryhmään.
- Jokainen ryhmä saa oman kotitehtävänsä noin viikkoa ennen varsinaista oppitunneilla tapahtuvaa projektityöskentelyä.

Ryhmä 1:

- Ryhmän jäsenten tehtävänä on mitata viikon ajan ulkolämpötila sekä aamulla että illalla ja merkitä lämpötilat muistiin.

Ryhmä 2:

- Kunkin ryhmäläisen on käytävä kolmessa eri liikkeessä ja kirjattava ylös jonkin tietyn tuotteen hinta kussakin kaupassa. Jokaisella ryhmäläisellä tulee olla sama tuote, mutta eri liikkeet. Jos 12:ssa eri liikkeessä käyminen on liian työlästä paikkakunnan pienuuden takia, voi kauppojen määrää vähentää tai hyödyntää vaihtoehtoisesti nettikauppoja.

Ryhmä 3:

- Ryhmän tehtävänä on haastatella tunnin ajan johonkin kioskiin, kahvilaan tai vastaavaan julkiseen paikkaan meneviä ihmisiä heidän iästään ja kirjata iät muistiin.

Ryhmä 4:

- Ryhmän on tunnin ajan seurattava jonkin tieosuuden käyttäjiä ja kirjattava muistiin kyseisellä tiellä liikkuvien autoilijoiden, mopoilijoiden, pyöräilijöiden ja jalankulkijoiden lukumäärät.
- Kullakin ryhmällä on viikko aikaa suorittaa kotitehtävä.

Ryhmätyöskentely:

- Oppilaat työskentelevät samoissa kotitehtäväryhmissä.
- Kunkin ryhmän tulee käsitellä aineistoaan tilastollisesti järkevimmällä mahdollisella tavalla. Ryhmät laskevat mahdolliset tunnusluvut ja havainnollistavat aineistoa graafisesti.

Ryhmä 1:

- Eri oppilaiden keräämästä aineistosta on mahdollista laskea aritmeettinen keskiarvo ja vaihteluväli kunkin päivän aamu- ja iltalämpötiloille. Tämän jälkeen ryhmä voi laskea viikon aamulämpötila- ja iltalämpötilakeskiarvot sekä vaihteluvälin. Aikariippuvaisia lämpötiloja on järkevää havainnollistaa viivadiagrammilla. Luokittelemalla aineistonsa ryhmä voi määrittää myös moodin ja mediaanin sekä piirtää pylväsdiagrammin tai histogrammin.

Ryhmä 2:

- Ryhmäläisten on verrattava tietyn tuotteen hintaa eri kaupoissa. Hinoista voi laskea suoraan aritmeettisen keskiarvon sekä vaihteluvälin. Jotta hintoja voi havainnollistaa graafisesti, ryhmäläisten on luokiteltava aineistonsa tiettyihin luokkiin ja laskettava kunkin luokan luokkafrekvenssit. Tämän jälkeen tuloksista on helppoa piirtää pylväsdiagrammi tai histogrammi. Luokitellusta aineistosta ryhmäläiset pystyvät selvittämään myös moodin ja mediaanin.

Ryhmä 3:

- Ryhmän voivat aineistonsa perusteella laskea asiakaskunnan keskimääräisen iän ja iän vaihteluväli. Samoin kuin ryhmän kaksi tapauksessa ryhmäläisten on luokiteltava aineistonsa ennen, kuin he voivat selvittää luokkafrekvenssit, moodin ja mediaanin sekä piirtää pylväsdiagrammin tai histogrammin.

Ryhmä 4:

- Ryhmällä on kotitehtävän perusteella tiedossa frekvenssit kullekin tienosuudella liikkuvalla kulkuvälineellä. Ryhmä voi laskea kutakin kulkuvälinetyyppiä vastaava suhteellinen frekvenssi ja piirtää aineistostaan sektoridiagrammi. Tämän lisäksi aineistosta on mahdollista määrittää moodi. Sektoridiagrammin sijaan on mahdollista käyttää myös pylväsdiagrammia.

- Diagrammit voidaan piirtää käsin, mutta jos tietokoneita on käytössä, piirtäminen on toteutettavissa myös Excel-taulukkolaskentaohjelmalla.
- Ryhmien tulee suunnitella muulle luokalle esitys, jossa he esittelevät aineiston keruutaan, tunnuslukujaan ja diagrammejaan. Ryhmien on hyvä pohtia esityksissään myös tulostensa järkevyyttä ja sitä, millä perusteella he ovat valinneet tunnuslukunsa ja kuvaajansa.

Esitykset:

- Kukin ryhmä esittelee tuotoksensa muulle luokalle ja tuloksista keskustellaan yhteisesti. Muut ryhmät arvioivat esiintyvän ryhmän ratkaisuja ja antavat rakentavaa palautetta. Palaute voidaan kerätä myös kirjallisena.

Sovellus: Projektia voi muuttaa myös niin, että kukin kotitehtäväryhmä antaa aineistonsa toiselle ryhmälle, joka hoitaa aineiston tilastollisen analysoinnin. Tällöin ryhmien on panostettava aineistonsa selkeyteen ja loogisuuteen.

B.5 Pientä pintaremonttia -projekti

Kohderyhmä: 7-luokka, 8-luokka, 9-luokka, geometrian opetuksen yhteydessä

Esitiedot: Peruslaskutaidot, käsitys piirin ja pinta-alan laskemisesta

Taustalla oleva matematiikka: Piiri, pinta-ala, suhde ja verranto

Ajankäyttö: *Alustavat tehtävät:* $2 \cdot 45$ min, *vierailu:* $2 \cdot 45$ min, *vierailun jälkeiset tehtävät:* $2 - 3 \cdot 45$ min

Opetustilat: Oma luokka, yritys

Kuvaus projektista:

Alustavat tehtävät:

- Oppitunnin lopuksi oppilaille annetaan kotitehtäväksi mitata oman huoneensa mitat eli huoneen pituus, leveys ja korkeus, seinään upotettujen kaappien koko sekä ikkunoiden ja oven leveys ja korkeus. Mittauksessa on huomioitava huoneen mahdolliset erikoismuodot, kuten seinien kaarevuus tai ylimääräiset kulmat.
- Oppilailla on kaksi oppituntia aikaa suunnitella alustavasti huoneeseensa pintaremontti. Oppilaat voivat suunnitella tapetoivansa tai maalaavansa huoneen seinät, maalaavansa katon ja asentavansa jalkalistat. Suosituksena on, että jokaisessa huoneessa käytettäisiin sekä tapettia että maalia. Alustavan suunnitelman tekemisen lisäksi oppilaiden tulee laskea remonttiin tarvittavat suuret eli seinien, lattian, katon pinta-alat ja huoneen piiri sekä miettiä remonttibudjettia.
- Toisen oppitunnin lopuksi oppilaille annetaan ohjeita rautakauppavierailua varten.

Vierailu:

- Vierailu Ylöjärven Rautia Toikkoseen alkaa yrityksen edustajan lyhyellä yritysesittelyllä ja liikkeeseen tutustumisella. Edustaja kertoo, mihin kyseisessä yrityksessä tarvitaan matematiikkaa.
- Tämän jälkeen siirryttään sisustusosastolle, jossa tutustutaan edustajan opastuksella maaleihin, tapetteihin ja jalkalistoihin sekä niihin liittyvään matematiikkaan.
- Vierailun lopussa oppilaat pääsevät tutustumaan itse omassa sisustuksessaan tarvitsemiinsa materiaaleihin ja kirjaamaan niistä tarvitsemansa tiedot Tarvittavia tietoja -monisteeseen.

Vierailun jälkeiset tehtävät:

- Oppilaat viimeistelevät remonttisuunnitelmansa nähtyään materiaalit rautakaupassa.
- Oppilaat myös laskevat rautakaupasta keräämiensä tietojen perusteella, kuinka paljon he kutakin materiaalia tarvitsevat ja kuinka paljon pintaremontti tulee materiaaliensa puolesta maksamaan. Mikäli jostain tuotteesta puuttuu oleellista tietoa, tietoa voi etsiä internetistä.
- Jokainen oppilas tekee remonttiaan käsittelevän posterin luokan seinälle. Posterista on käytävä ilmi remonttisuunnitelma, huoneen mitat ja lasketut suureet, käytettävät materiaalit, materiaalien määrä ja remontin hinta.

Sovellus: Projekti voidaan toteuttaa myös pareittain tai ryhmässä, jolloin remontoitava kohde voidaan vaihtaa omasta huoneesta koko asuntoa koskevaan remonttiin. Remontti voi sisältää tapetoinnin, maalauksen ja jalkalistojen lisäksi myös esimerkiksi lattiaremontin ja kylpyhuoneen laatoituksen. Tällöin ryhmissä voidaan jakaa jokaiselle ryhmäläisellä oma vastuualue. Esimerkiksi neljän hengen ryhmissä yksi ryhmäläinen perehtyy tarkemmin maaleihin, yksi tapetteihin ja jalkalistoihin, yksi lattiamateriaaleihin ja yksi kaakeleihin. Mikäli aikaa on käytettävissä, postereiden lisäksi jokainen oppilas/ryhmä voi esitellä muulle luokalle on suunnitelmansa.

Tarvittavia tietoja:

Huoneen mitat:

Maalit:

Maalin merkki ja nimi:

Pinta (sileä/karhea):

Maalin riittoisuus:

Tarvittavien käsittelyjen lukumäärä:

Purkkikoot:

Maalipurkin hinta:

Mahdollisen sävytteen hinta:

Muut huomioitavat asiat ja niiden hinnat:

Tapetit:

Tapetin merkki ja nimi:

Rullan leveys:

Rullan pituus:

Tapetin hinta:

Muut huomioitavat asiat ja niiden hinnat:

Jalkalistat:

Listan merkki ja nimi:

Listan pituus:

Listan hinta:

Muut huomioitavat asiat ja niiden hinnat:

B.6 Painotalon matematiikka tutuksi -projekti

Kohderyhmä: 8. luokka prosenttien käsittelyn jälkeen, 9. luokka

Esitiedot: Peruslaskutaidot, prosenttilaskut, pinta-alan laskeminen

Taustalla oleva matematiikka: Prosenttilaskut, laskutoimitukset suurilla luvuilla, ongelmanratkaisu, geometria

Ajankäyttö: *Pohdintatehtävät:* $1 - 2 \cdot 45$ min, *vierailu:* $2 \cdot 45$ min, *vierailun jälkeiset tehtävät:* $3 - 5 \cdot 45$ min

Opetustilat: Oma luokka, yritys

Kuvaus projektista:

Projekti jakautuu kolmeen osaan: pohdintatehtäviin ennen yritysvierailua, yritysvierailuun ja tehtäviin vierailun jälkeen.

Pohdintatehtävät:

- Projektin ensimmäisellä oppitunnilla oppilaat työskentelevät noin 4 henkilön ryhmissä. Ryhmien tehtävänä on internetin avulla tutustua yritykseen nimeltä UPC.
- Tämän lisäksi ryhmät pyrkivät ratkaisemaan seuraavalla sivulla esitetyt pohdintatehtävät. Mikäli oppilailla on vaikeuksia hahmottaa, mikä on kuormalava, internetistä löytyy lisätietoa. Opettaja voi myös antaa lisäneuvoja.
- Pohdintatehtäviä ei tarkisteta yhteisesti ennen vierailua.
- Lisäksi oppilaat saavat ennen vierailua kuulla varsinaisen projektitehtävän, jotta he osaavat kohdistaa huomionsa olellisiin asioihin vierailun aikana.

Yritysvierailu:

- Vierailu aloitetaan tutustumalla UPC Printin tuotantotiloihin. Yrityksen esittelijä kierrättää oppilaat tuotantotiloissa. Kierroksella tutustutaan erityisesti tuotteiden pakkaamiseen erilaisiin kuljetusyksiköihin.
- Tuotantotilakierroksen jälkeen siirrytään toimistoon, missä esittelijä kertoo tarkemmin yrityksestä. Yritysinfon jälkeen oppilaat saavat esittelijän johdolla tutustua siihen matematiikkaan, jota toimistotyöntekijä tarvitsee tehdessään tuotannon työohjeita. Toisin sanoen käydään läpi suuruusluokkaa, jota tuotteita painetaan ja tuotteiden pakkaamista kuljetusyksiköihin. Esittelyn jälkeen oppilaat saavat riittävät valmiudet laskea vierailun jälkeisen tehtävämonisteen.
- Vierailun lopuksi palataan takaisin tuotantotiloihin, joissa toteutetaan konkreettisesti pohdintatehtävissä olleet nippujen pakkaukset lavoille.

Tehtävät vierailun jälkeen:

- Vierailun jälkeen oppilaat tekevät alkuperäisissä pohdintaryhmissä vierailun jälkeen tehtäväksi tarkoitetun tehtävämonisteen.
- Oppilaat esittelevät ryhmittäin vastauksensa muulle luokalle käyttäen esimerkiksi jakoa:
 - Ryhmä 1: tehtävät; 1, 2, 3 ja 4
 - Ryhmä 2: tehtävät: 5, 6 ja 7
 - Ryhmä 3: tehtävät: 8, 9 ja 10
 - Ryhmä 4: tehtävät: 11, 12 ja 13
 - Ryhmä 5: tehtävät: 14, 15 ja 16
- Esitysten jälkeen keskustellaan yleisesti siitä, kuinka monessa ammatissa tarvitaan matematiikkaa.
- Tämän jälkeen ryhmät pääsevät toteuttamaan varsinaista projektitehtävää. Ryhmien tulee suunnitella, kuinka he pakkaisivat 350 000 8-sivuista mainoslehtistä. Tehtävämonisteessa on luetteloituna tehtävän hahmottamista helpottavia suureita. Tarvittavat tiedot löytyvät aiemmista tehtävistä, yritysvierailulta ja internetistä. Osaa suureista voi approksimoida jollain järkevällä arvolla.
- Käytettävissä olevasta ajasta ja oppilaiden kiinnostuksesta riippuen ryhmät voivat esitellä pakkaussuunnitelmansa muulle luokalle tai palauttaa opettajalle pakkausta käsittelevän raporttinsa. Mikäli pakkaussuunnitelmat esitellään muulle luokalle, muu luokka voi antaa palautetta suunnitelmien järkevyydestä.

Sovellus: Mikäli vierailun jälkeisiä tehtäviä tuntuu olevan liian paljon, osan voi jättää pois. Erityisesti tehtäviä 8–15 ei ole välttämätöntä tehdä selviytyäkseen projektitehtävästä. Osan tehtävistä voi antaa myös kotitehtäväksi.

Pohdintatehtävät ennen vierailua

1. Miten asettaisit FIN-lavalle yhteen kerrokseen 16 A4-kokoista nippua? Piirrä hahmotelma tilanteesta suoraan ylhäältä päin. Niput eivät saa ylittää lavan reunoja miltään puolelta. Tarvittavat tiedot löytyvät taulukosta B.8.
2. Miten asettaisit FIN-lavalle yhteen kerrokseen 17 A4-kokoista nippua? Piirrä hahmotelma tilanteesta.
3. Miten asettaisit EUR-lavalle yhteen kerrokseen 12 A4-kokoista nippua? Piirrä hahmotelma tilanteesta.
4. Miten asettaisit EUR-lavalle yhteen kerrokseen 13 A4-kokoista nippua? Piirrä hahmotelma tilanteesta.

Taulukko B.7: Tarvittavat kuormalavojen ja arkkien mitat [22].

	EUR-lava	FIN-lava	A4-arkki
Pituus	120 cm	120 cm	297 mm
Leveys	80 cm	100 cm	210mm

Projektitehtävä:

- Yritys X haluaa painaa 8-sivuista mainoslehtistään 350 000 kappaletta. Kuinka pakkaisit valmiit mainoslehtiset lavoille?

Tehtävämoniste vierailun jälkeen:

1. Jos mainoslehtisiä painetaan yhteensä 300 000 kappaletta ja yhdelle lavalle niitä mahtuu 22 000 kappaletta, niin kuinka monta täyttä lavaa tarvitaan ja kuinka monta mainoslehtistä jää vajaalle lavalle?
2. Oletetaan, että FIN-lavalle mahtuu yhteen kerrokseen 17 A4-kokoista nippua ja yhdessä nipussa on 200 mainosta. Jos lavalle mahtuu nippuja 7 kerrosta, kuinka monta nippua ja kuinka monta mainosta yhdelle lavalle mahtuu?
3. Oletetaan, että EUR-lavalle mahtuu yhteen kerrokseen 13 A4-kokoista nippua ja yhdessä nipussa on 200 mainosta. Jos lavalle mahtuu nippuja 7 kerrosta, kuinka monta lavaa tarvitaan ja kuinka monta nippua ja kuinka monta mainoslehtistä jää vajaalle lavalle, kun mainoksia painetaan yhteensä 300 000 kpl?
4. Kuinka monta täyttä kerrosta jää edellisessä tapauksessa viimeiselle lavalle ja kuinka monta nippua on viimeisessä vajaassa kerroksessa?
5. Käytetään paperia, jonka massa on 45 g/m^2 . Tavoitteena on painaa A4-kokoinen, 16-sivuinen lehtiö. Kuinka suuri lehtiön massa on, kun sivut ovat kaksipuolisia?
6. Suurin korkeus, jota tavaraa saadaan lastata lavalle, on 1 m. Painettavan kuvaston paksuus 6 mm ja massa 150 g. Yhteen nippuun mahtuu 33-kuvastoa. Oletetaan, että kuvaston korkeus on kauttaaltaan sama. Kuinka monta nippukerrosta lavalle mahtuu? Kuinka suuri on täyden lavan massa, jos yhteen kerrokseen mahtuu 17 nippua? Tyhjän lavan massa on 25 kg.
7. Olkoon FIN-lavan suurin mahdollinen sallittu korkeus on 1 m ja massa 925 kg. Lavan itsensä korkeutta ei huomioida, mutta lavan massa 25 kg huomioidaan. Kuinka monta kerrosta lavalle mahtuu, kun oletetaan, ettei vajaita kerroksia ole. Yhteen kerrokseen mahtuu 17 nippua, kuvaston paksuus on 1,1 mm, massa 22 g ja yhteen nippuun mahtuu 200-kuvastoa.
8. Kuinka monta prosenttia FIN-lavan pinta-alasta A4-kokoiset niput peittävät, kun yhdessä kerroksessa on 17 nippua. Nippukerrokset ovat kohtisuoraan toistensa päällä.
9. Mikä olisi vastaava prosenttiosuus, mikäli yhdessä kerroksessa olisi vain 16 nippua? Entä 15 nippua?
10. Mainoksia painetaan yhteensä 500 000. Yhdessä nipussa on 200 mainosta ja nippukerroksia on lavalla 6. Kuinka monta FIN-lavaa enemmän tarvitaan mainoksille, mikäli yhdessä kerroksessa on lavalla 17 nipun sijaan 16 nippua? Kuinka monta lavaa tarvitaan kyseisessä tapauksessa prosentuaalisesti enemmän,

kuin tapauksessa, jossa yhdessä kerroksessa on 17 nippua?

11. Kuinka monta prosenttia EUR-lavan pinta-alasta A4-kokoiset niput peittävät, kun yhdessä kerroksessa on 13 nippua. Nippukerroksien ajatellaan olevan kohtisuoraan toistensa päällä, vaikka todellisuudessa näin ei olekaan.
12. Mikä olisi vastaava prosenttiosuus, mikäli yhdessä kerroksessa olisi vain 12 nippua?
13. Mainoksia painetaan yhteensä 400 000. Yhdessä nipussa on 200 mainosta ja nippukerroksia on lavalla 6. Kuinka monta EUR-lavaa enemmän tarvitaan mainoksille, mikäli yhdessä kerroksessa on lavalla 13 nipun sijaan 12 nippua? Kuinka monta lavaa tarvitaan kyseisessä tapauksessa prosentuaalisesti enemmän, kuin tapauksessa, jossa yhdessä kerroksessa on 13 nippua?
14. Halutaan saada asiakkaalle 2 miljoonaa yhden sivun tuotetta. Yhdelle arkille voidaan painaa 4 kokonaista tuotetta. Varmuuden vuoksi tuotteita painetaan 1,7 % enemmän kuin asiakas haluaa. Kuinka monta arkkia tällöin painetaan?
15. Mainoslehtisestä painetaan kahta versiota: versiota A ja versiota B. 16 myymälää haluaa kukin 100 kappaletta mainoslehtisen versiota A ja 26 myymälää haluaa kukin 100 kappaletta versiota B. Keskusvarastoon täytyy toimittaa molempia versioita 100 kappaletta ja pääkonttoriin 100 kappaletta versiota A ja 20 kappaletta versiota B. Lisäksi UPC painaa itselleen molempia versioita 20 kappaletta. Kuinka monta mainosta kutakin versiota painetaan?
16. Mihin matematiikkaa tarvitaan UPC Printissä?

Taulukko B.8: Tarvittavat kuormalavojen ja arkkien mitat [22].

	EUR-lava	FIN-lava	A4-arkki
Pituus	120 cm	120 cm	297 mm
Leveys	80 cm	100 cm	210mm

Projektitehtävä:

Tehtävänanto: Yritys X haluaa painaa 8-sivuista mainoslehtistään 350 000 kappaletta. Kuinka pakkaisit valmiit mainoslehtiset lavoille?

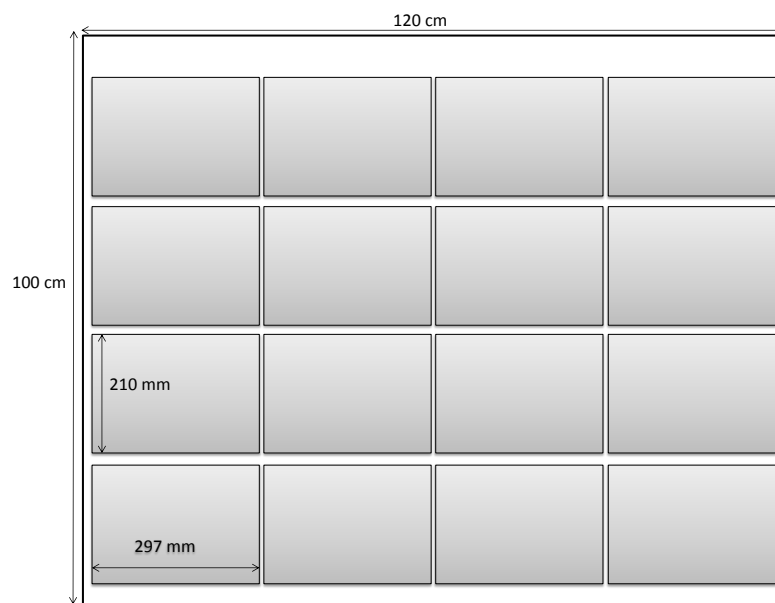
Tarvittavia tietoja helpottamaan tehtävän hahmottamista:

- Mitä lavaa käytetään:
- Kuinka monta mainosta on yhdessä nipussa:
- Yhden paperin massa:
- Yhden mainoksen massa:
- Nipun massa:
- Lavan maksimimassa:
- Pelkän lavan massa:
- Täyden lavan massa:
- Mainoksen paksuus:
- Nipun paksuus:
- Lavan maksimikorkeus:
- Lavan korkeus:
- Miten mainokset pakataan lavalle eli kuinka monta nippua kuhunkin kerrokseen ja kuinka monta kerrosta:
- Nippujen ja mainosten määrä yhdellä lavalla:
- Tarvittavien lavojen määrä:
- Kuinka monta nippua on vajaalla lavalla ja kuinka monta nippua on vajaan lavan vajaassa kerroksessa:

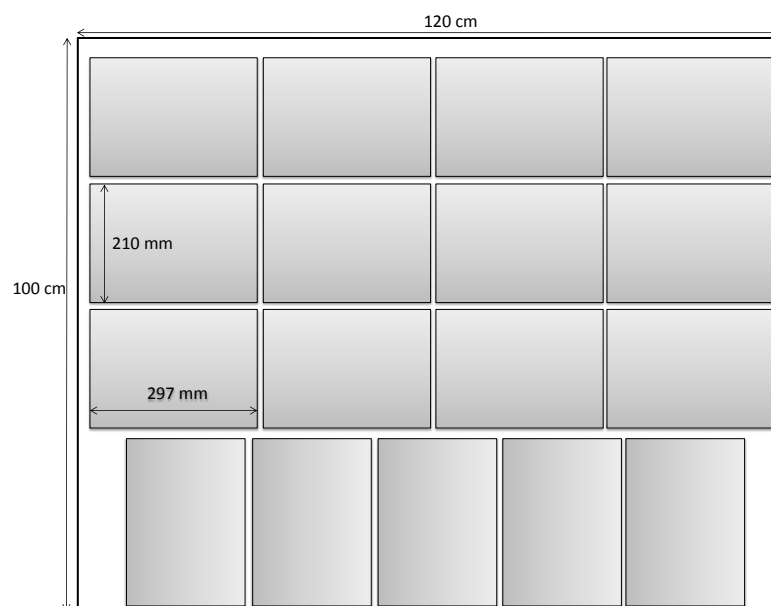
Saat tarvittavia tietoja yritysvierailulta, aiemmista tehtävistä ja internetistä. Osaa suureista voi approksimoida jollain järkevällä arvolla.

Ratkaisut pohdintatehtäviin

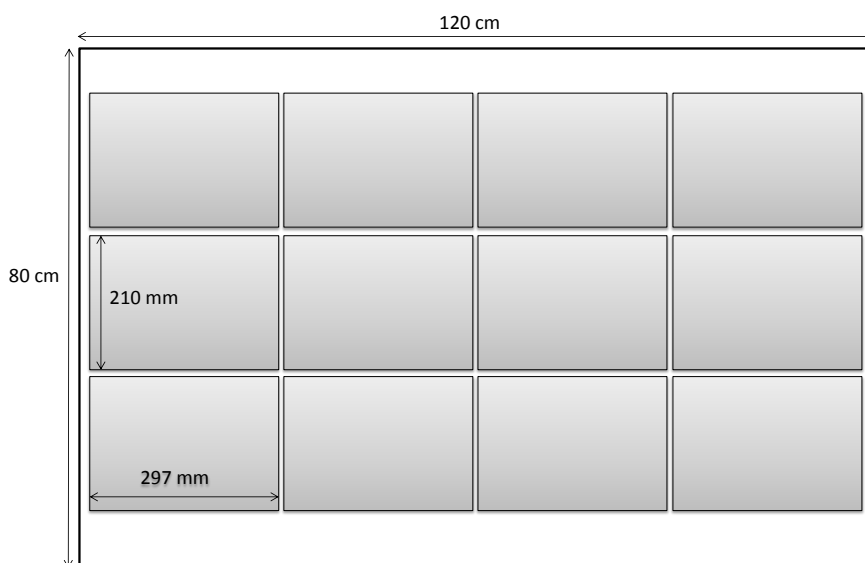
Kuvissa B.1, B.2, B.3 ja B.4, on hahmotelmat pohdintatehtävien tilanteista.



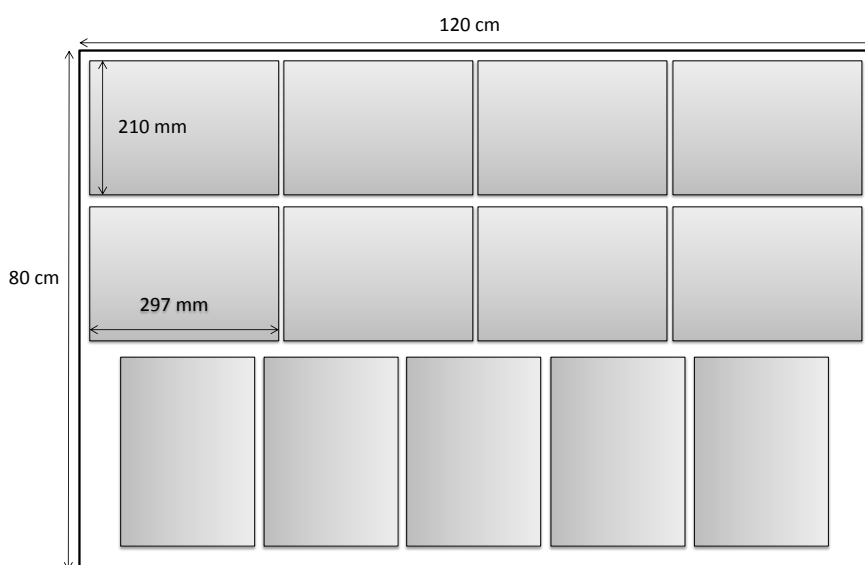
Kuva B.1: 16 A4-kokoista nippua FIN-lavalla.



Kuva B.2: 17 A4-kokoista nippua FIN-lavalla.



Kuva B.3: 12 A4-kokoista nippua EUR-lavalla.



Kuva B.4: 13 A4-kokoista nippua EUR-lavalla.

B.7 Käyttäjätutkimus

Kohderyhmä: 9. luokka, tilastomatematiikka

Esitiedot: Tilastollinen tutkimus, tilastolliset tunnusluvut, diagrammit

Taustalla oleva matematiikka: Diagrammit, tilastolliset tunnusluvut

Ajankäyttö: *Suunnittelu:* 2 – 3 · 45 min, *aineistonkeruu:* 3 · 45 min, *aineiston käsittely:* 3 – 4 · 45 min, *tulosten esittely:* 2 · 45 min

Opetustilat: Oma luokka, yritys

Kuvaus projektista:

Projekti jakautuu luokassa tapahtuvaan tutkimuksen suunnitteluun, aineistonkeruuseen, saadun aineiston tilastolliseen käsittelyyn ja tutkimustulosten esittelyyn.

Suunnittelu:

- Luokka jaetaan viiteen noin neljän henkilön ryhmään.
- Projekti alkaa opettajan ja luokan yhteisellä pohdinnalla siitä, minkä tyyllisen yrityksen, viraston tai muun vastaavan kanssa ryhmät olisivat kiinnostuneet toteuttamaan projektityönsä. Yhteistyökumppani voi olla esimerkiksi kirjasto, kuntosali, kahvila, ravintola tai kauppa.
- Pohdinnan jälkeen opettaja ottaa yhteyttä kiinnostaviin kohteisiin ja sopii yhteistyöstä. Myös oppilaat voivat mahdollisuuksien mukaan olla yhteyksissä yrityksiin.

Vaihtoehto 1: Yksi yritys

- Yrityksen tai vastaavan tahon edustaja tulee koululle tapaamaan luokkaa ja kertomaan toiveita siitä, minkälainen käyttäjätutkimus olisi hänen edustamalleen taholle tarpeellinen. Eli toisin sanoen oppilaat saavat tietoonsa tutkimuskysymykset.
- Luokka pohtii sekä ryhmissä että yhteisesti tutkimuksen toteutustapaa. Yhteistyötahosta riippuen aineiston hankinta voidaan toteuttaa esimerkiksi haastattelemalla yrityksessä vierailevia ihmisiä, jakamalla kyselylomakkeita, havainnoimalla tai yhdistämällä eri aineistonkeruumenetelmiä.
- Jokainen ryhmä suunnittelee oman kyselylomakkeensa/haastattelurunkonsa yrityksen esittämien toiveiden mukaisesti.
- Ryhmien kyselylomakkeista/haastattelurungoista kootaan yksi yhteinen kyselylomake/haastattelurunko, joka vastaa mahdollisimman hyvin yrityksen tarpeisiin. Oppilaat ovat koko ajan aktiivisesti mukana viimeistelyssä.

- Opettaja lähettää lopullisen lomakkeen/haastattelurungon yrityksen edustajalle tarkistettavaksi ja lomaketta/runkoa korjataan tarpeen vaatiessa.

Vaihtoehto 2: Ryhmillä omat yritykset

- Yritysten tai muiden vastaavien tahojen edustajat tulevat koululle tapaamaan ryhmiä. Jos fyysinen tapaaminen on liian haastava järjestää, myös esimerkiksi Skype-tapaaminen on mahdollinen. Edustaja kertoo toiveensa käyttäjäutkimusta kohtaan.
- Ryhmät pohtivat tutkimuksen toteutustapaa. Yhteistyötahosta riippuen aineistonkeruu voidaan toteuttaa esimerkiksi haastattelemalla, havainnoimalla tai jakamalla kyselylomakkeita.
- Ryhmät suunnittelevat kyselylomakkeensa/haastattelurunkonsa ja lähettävät ne tarkastettavaksi yrityksen edustajalle. Lomakkeisiin/haastattelurunkoon tehdään tarpeen vaatiessa korjauksia.

Aineistonkeruu:

- Aineistonkeruu tapahtuu ryhmissä.

Vaihtoehto 1: Yksi yritys

- Kukin ryhmä toteuttaa saman kyselyn/haastattelun/havainnoinnin, mutta yrityksen toiveet huomioiden joko eri viikonpäivinä tai kellonaikoina.
- Esimerkiksi tutkittaessa kirjaston asiakkaiden ikäjakaumaa eri kellonaikoina yksi ryhmä voi havainnoida asiakaskuntaa kello 8-10, yksi 10-12, yksi 12-14, yksi 14-16 ja yksi 16-18. Tietenkin havainnointiaikoihin vaikuttaa oppilaiden muu koulu ja kirjaston aukioloajat. Vastaavasti haastattelemalla voidaan esimerkiksi selvittää, minkä tyyllilajin kirjoja asiakkaat ovat kiinnostuneita lainaamaan tai onko asiakkailla kiinnostusta lainata vieraskielisiä teoksia. Tutkimuskysymykset ja aineistonkeruutapa riippuvat kuitenkin siitä, mitä kirjasto haluaa tutkimuksen avulla selvittää.

Vaihtoehto 2: Ryhmillä omat yritykset

- Kukin ryhmä toteuttaa aineistonkeruunsa yhteistyökumppaninsa toiveiden mukaisesti niin, että opettaja on koko ajan tietoinen jokaisen ryhmän toiminnasta.

Aineiston käsittely:

- Kaikki ryhmät käsittelevät aineistonsa itsenäisesti. Tilastolliseen käsittelyyn kuuluu tunnuslukujen laskeminen ja aineiston havainnollistaminen sopivilla

diagrammeilla. Käsitellystä aineistosta voidaan tehdä myös johtopäätöksiä. Käsitteleminen on helpointa tehdä Excel-taulukkolaskentaohjelmalla.

Vaihtoehto 1: Yksi yritys

- Kun jokainen ryhmä on käsitellyt oman aineistonsa tilastollisesti, paneudutaan yhteisesti koko aineistoon. Kullekin ryhmälle annetaan oma vastualueensa yhteisestä aineistosta.

Tulosten esittely:

Vaihtoehto 1: Yksi yritys

- Yhteistyökumppanin edustaja kutsutaan paikalle koululle. Ryhmät esittelevät kukin omat tuloksensa yhteistyökumppanin edustajalle ja muulle luokalle. Oppilaat esittelevät koko luokan yhteiset tulokset. Luokka palauttaa myös raportin tuloksistaan yhteistyöyritykselle.

Vaihtoehto 2: Ryhmillä omat yritykset

- Ryhmät esittelevät tuloksensa ja johtopäätöksensä muulle luokalle ja paikalle päässeille yhteistyökumppaneiden edustajille. Kukin ryhmä palauttaa yhteistyökumppanille ja opettajalle raportin tutkimuksestaan. Muut ryhmät voivat antaa rakentavaa palautetta esiintyvälle ryhmälle sekä tuloksista että itse esityksestä.

Sovellus: Kun kullakin ryhmällä on oma yhteistyökumppaninsa, voidaan raporttien kirjoittaminen toteuttaa osana äidinkielenopetusta. Tällöin kirjoittamiseen voidaan käyttää enemmän aikaa.